



UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI – URCA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA BIOLÓGICA – DQB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOPROSPECÇÃO MOLECULAR

**ANALISE DA PRESSÃO ANTROPICA SOBRE AS ÁREAS DE
ENDEMIAS DA *ANTILOPHIA BOKERMANNI* (PIPRIDAE) NA
CHAPADA DO ARARIPE NO PERÍODO DE 1984 A 2016**

MESTRANDA: JULIANNE ALVES CAVALCANTI DE LIMA

ORIENTADORA: SIMONE CARDOSO RIBEIRO

COORIENTADORA: JULIANA MARIA OLIVEIRA SILVA

CRATO-CE

2017

JULIANNE ALVES CAVALCANTI DE LIMA

**ANALISE DA PRESSÃO ANTROPICA SOBRE AS ÁREAS DE
ENDEMIAS DA *ANTILOPHIA BOKERMANNI* (AVES: PIPRIDAE)
NA CHAPADA DO ARARIPE NO PERÍODO DE 1984 A 2016**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioprospecção Molecular da Universidade Regional do Cariri – URCA, como um dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Bioprospecção Molecular.

Área de Concentração: Biodiversidade

Orientadora: Profa. Dra. Simone Cardoso Ribeiro

Coorientadora: Profa. Dra. Juliana Maria Oliveira Silva

CRATO/CE

JULHO DE 2017

Lima, Julianne Alves Cavalcanti de.
L732a Análise da pressão antrópica sobre as áreas de endemia da *Antilophia bokermanni* (aves: pipridae) na Chapada do Araripe no período de 1984 a 2016/ Julianne Alves Cavalcanti de Lima. – Crato-CE, 2017

71p.; il.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioprospecção Molecular da Universidade Regional do Cariri – URCA.
Área de Concentração: Biodiversidade

Orientadora: Profa. Dra. Simone Cardoso Ribeiro

Coorientador: Profa. Dra. Juliana Maria Oliveira Silva

1. Soldadinho-do-Araripe, 2. Cariri cearense, 3. Habitat,
I. Título.

CDD: 598.042

JULIANNE ALVES CAVALCANTI DE LIMA

**ANALISE DA PRESSÃO ANTROPICA SOBRE AS ÁREAS DE
ENDEMIAS DA *ANTILOPHIA BOKERMANNI* (AVES: *PIPRIDAE*)
NA CHAPADA DO ARARIPE NO PERÍODO DE 1984 A 2016**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* em Bioprospecção Molecular da Universidade Regional do Cariri – URCA, como um dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Bioprospecção Molecular.

Área de Concentração: Biodiversidade

Aprovado em ___/___/_____

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Simone Cardoso Ribeiro
Universidade Regional do Cariri – URCA
(Orientadora)

Profa. Dra. Juliana Maria Oliveira Silva
Universidade Regional do Cariri – URCA
(Coorientadora)

Prof. Dr. Samuel Cardozo Ribeiro
Universidade Federal do Cariri- UFCA

Prof. Dr. Robson Waldemar Ávila
Universidade Regional do Cariri – URCA

Prof. Dr. Luiz Antônio Cestaro
Universidade Federal do Rio Grande do Norte- UFRN

CRATO/CE
JULHO DE 2017

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por tudo de bom que ele proporcionou na minha vida, aos meus pais que tanto me apoiam em tudo que me proponho a tentar que são meu porto seguro e a minha maior certeza, ao meu irmão e minha família pela torcida, a Jeferson pelo apoio e contribuição e por estar ao meu lado sempre que preciso.

Agradecer também as pessoas responsáveis por esse trabalho se concretizar minha orientadora e agora grande amiga Simone que tanto me ensinou, espero que continue sempre a aprender com você, e também a Juliana minha coorientadora e amiga que veio para me nortear nessa conquista, espero poder retribuir tudo que fez por mim, ao professor Robson, ao professor Cestaro, a professora Marta e ao professor Samuel pela contribuição e ensinamentos.

Agradecer aos amigos e amigas que estiveram comigo seja por uma simples pergunta ou contribuição mesmo, é sempre bom saber que tenho vocês.

RESUMO

O presente estudo visa avaliar a pressão antrópica sofrida pelas áreas de endemia da espécie *Antilophia bokermanni*, ave popularmente conhecida como Soldadinho-do-Araripe, no período de 1984 a 2016. O Soldadinho-do-Araripe ocorre em uma área restrita de Mata úmida na encosta da Chapada do Araripe em três municípios do Ceará Crato, Barbalha e Missão Velha. Todo seu ciclo de vida está ligado a dinâmica hidrológica da região. Sendo uma espécie símbolo, sua preservação implica na manutenção das águas subterrâneas da região e dos remanescentes de Mata úmida. Tendo como principal instrumento imagens de satélite e o cálculo do NDVI (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada) e também a elaboração do mapa de uso e ocupação do solo para avaliação das áreas que sofreram transformações pelas atividades socioeconômicas da população. Constatou-se que no período estudado houve um aumento acentuado da população urbana e uma redução da população rural e conseqüentemente de áreas agrícolas, que deram lugar ao estabelecimento de uma intensa especulação imobiliária, pode-se verificar ainda um crescimento desordenado e a falta de cumprimento das leis sobre preservação de áreas protegida e extração de recursos. Além disso a espécie estudada é tida como símbolo da região e encontra-se criticamente em perigo de extinção segundo dados da IUCN, o que implica em todo o caráter social, cultural e até econômico da região.

PALAVRAS-CHAVES: Soldadinho-do-Araripe, Cariri cearense, Habitat.

ABSTRACT

The present study aims to evaluate the anthropic pressure suffered by the endemic areas of the species *Antilophia bokermanni*, a bird popularly known as Araripe manakin, from 1984 to 2016. The Araripe manakin occurs in a restricted area of rainforest on the hillside of Chapada do Araripe in three municipalities of Ceará Crato, Barbalha and Missão Velha. The whole of its life cycle is linked to the region's hydrological dynamics. Being a symbolic species, its preservation implies in the maintenance of the subterranean waters of the region and the remnants of rainforest. Using satellite images and calculating the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), as well as the mapping of land use and occupation to evaluate the areas that underwent transformations by the socioeconomic activities of the population. It was verified that in the studied period there was a marked increase of the urban population and a reduction of the rural population and consequently of agricultural areas, that gave rise to the establishment of an intense real estate speculation, we can also see a disorderly growth and lack of compliance with the laws on protected area preservation and resource extraction. In addition, the species studied is considered a symbol of the region and is critically endangered according to IUCN data, which implies in all social, cultural and even economic character of the region.

KEY WORDS: Araripe manakin, Cariri cearense, Habitat.

LISTA DE FUGURAS

		Pagina
Figura 1	<i>Antilophia bokermanni</i> - macho, em seu habitat natural	14
Figura 2	<i>Antilophia bokermanni</i> – fêmea, em seu habitat natural	14
Figura 3	Área de endemia da espécie <i>Antilophia bokermanni</i>	19
Figura 4	Área de endemia da espécie <i>Antilophia bokermanni</i> local das fontes de água subterrânea.	19
Figura 5	Dinâmica Hidrológica da Chapada do Araripe	30
Figura 6	Cobertura do solo na área de pesquisa e seu entorno	32
Figura 7	Mapa Geral das fontes de água subterrânea	36
Figura 8	Locais de ocorrência do Soldadinho-do-Araripe no Crato	40
Figura 9	NDVI da área estudada utilizando imagens Landsat5 de agosto de 1984	42
Figura 10	NDVI da área estudada utilizando imagens Landsat5 de agosto de 1993	44
Figura 11	NDVI da área estudada utilizando imagens Landsat 5 de agosto de 2003	46
Figura 12	Fortes chuvas no município do Crato em 2011	47
Figura 13	NDVI da área estudada utilizando imagens do Landsat 5 de agosto de 2011	48
Figura 14	NDVI da área estudada utilizando imagens Sentinel-2 de agosto de 2016	50
Figura 15	Evolução do crescimento urbano da cidade do Crato (1984-2016)	54
Figura 16	Mapa cobertura do solo	56
Figura 17	Encanamento da água das fontes	60
Figura 18	Soldadinho como símbolo nacional.	64
Figura 19	Brasão da UFCA tendo como símbolo o Soldadinho-do-Araripe.	64

LISTA DE SIGLAS

APA- Área de proteção Ambiental

SNUC- Sistema Nacional de Unidades de Conservação

NDVI- Índice de Vegetação por Diferença Normalizada

SIG- Sistema de Informações Geográficas

ICMBio- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

COGERH- Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos

IN- Instrução Normativa

CR- Criticamente em Perigo de extinção (IUCN)

DNPM- Departamento Nacional de Produção Mineral

IPECE- Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceara

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE- Instituto Nacional de Pesquisa Espacial

MMA- Ministério do Meio Ambiente

UC- Unidade de Conservação

RPPN- Reserva Particular do Patrimônio Natural

FLONA- Floresta nacional

IUCN- União Internacional para Conservação da natureza

PNMA- Política Nacional do Meio Ambiente

ND- Números Digitais

TM- Tematic Mapper

IV- Infravermelho

IPLANCE- Fundação Instituto de Pesquisa e Informação do Ceara

FDI- Fundo de desenvolvimento

LISTA DE TABELAS

	Pagina
Tabela 1- Localização e vazão das fontes da área de ocorrência do Soldadinho-do-Araripe com status da espécie	36
Tabela 2- Índices de NDVI	51
Tabela 3: Quantificação das áreas com/sem vegetação nos não estudados.	53
Tabela 4: Crescimento populacional do município do Crato (1980-2014)	56

LISTA DE GRAFICOS

	Pagina
Gráfico 1- Percentual de áreas com/sem vegetação	52
Gráfico 2- Crescimento populacional no município do Crato	57

SUMARIO

	Pagina
1 –INTRODUÇÃO	12
2 - Referencial teórico	13
2.1 - <i>Antilophia bokermanni</i> : A espécie e seu Habitat	14
2.1.1- Aspectos biológicos do Soldadinho-do-Araripe	15
2.1.2- A área de endemia do Soldadinho-do-Araripe	16
2.2- Política de proteção/conservação: Área de proteção ambiental (APA) Chapada do Araripe	21
2.3- Pressão antrópica sobre ambientes naturais – causas e consequências	23
2.4 - O geoprocessamento como elemento investigatório das mudanças no uso e ocupação da terra	25
2.5- O NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) nos estudos de cobertura vegetal	27
2.6- Satélites utilizados no estudo	29
2.7- Caracterização Ambiental	30
3 – METODOLOGIA	33
3.1 - Como identificar as áreas de endemia da <i>Antilophia bokermanni</i>	33
3.2 - Como identificar as mudanças no uso e ocupação da terra	33
3.3 - Como relacionar as áreas de endemia da <i>Antilophia bokermanni</i> e as mudanças no uso e ocupação da terra	34
3.4- Áreas de endemia da <i>Antilophia bokermanni</i>	35
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.1 - As mudanças do uso e ocupação da terra no Cariri cearense no período de 1985 a 2015	41
4.2- Áreas de endemia da <i>Antilophia bokermanni</i> e as mudanças no uso e ocupação da terra	55
4.3- Análise da pressão antrópica no habitat e na espécie: principais causas	57
5 – CONCLUSÃO	61
6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66

1- INTRODUÇÃO

Chegamos ao Antropoceno, o período mais recente da história da Terra e também aquele que mais apresenta modificações na paisagem tendo como protagonista dessas modificações o Homem; o crescimento populacional representa o alto grau de resiliência humana frente às adversidades do planeta, entretanto o que vivenciamos é que esse aumento populacional vem causando uma grande pressão nas áreas verdes e florestadas e no ciclo de vida de outras espécies.

De várias formas o Homem vem modificando o planeta. O desmatamento é uma das modificações mais perceptíveis, e também uma das mais necessárias para o crescimento das cidades e a aquisição de espaço. (PRIMACK 2001)

Contudo não só o desmatamento é necessário, tendo em vista o crescimento populacional, mas também a demanda de recursos naturais para sustentar a forma de vida dessa população agrava ainda mais a pressão que áreas naturais vêm sofrendo.

A pressão antrópica hoje representa o alto grau de modificação que o homem desempenha no ambiente e que o deixa vulnerável, tornando cada vez mais difícil sua recuperação e a continuidade da sua dinâmica natural. (SOARES, 2012).

O presente estudo foi realizado no município do Crato, na área de encosta da APA Chapada do Araripe, localizada no sudeste do Estado do Ceará na área do município do Crato-CE. Sendo um espaço propício ao desenvolvimento de uma pesquisa que visa identificar a fragilidade do meio ambiente em relação ao avanço da ocupação humana, tendo em vista ser esta uma área prioritária de conservação, já que abriga uma riqueza em biodiversidade com espécies endêmicas¹ como o Soldadinho-do-Araripe (*Antilophia bokermanni*). Além de promover a manutenção dos recursos hídricos da região, assim, havendo necessidade de monitoramento da evolução de sua dinâmica ambiental.

Neste contexto de busca por melhor compreender formas de conservação da natureza, e em especial em áreas de preservação, procuramos entender o que vem acontecendo com o habitat da espécie símbolo do Cariri cearense, o popularmente

¹Área de endemismo é entendida como uma região geográfica indicada a partir da combinação de áreas de distribuição de táxons endêmicos, isto é, espécie ou grupos de espécies relacionados com ocorrência exclusiva em uma região particular. O padrão de endemismo possui claramente o componente espacial, pois é delimitado e entendido a partir da distribuição das espécies. Entretanto, deve-se entender que espaço é um conceito relativo, pois não existe um espaço absoluto, mas uma área que apenas pode ser compreendida junto com os organismos que ocorrem em um determinado tempo (CRAW et al., 1999; SANTOS e AMORIM, 2007).

conhecido Soldadinho-do-Araripe. Como dito anteriormente, a espécie é endêmica da região, possuindo uma área de ocorrência restrita a três municípios: Crato, Barbalha e Missão Velha todos no Ceará, sendo esta distribuição da espécie inteiramente ligada à dinâmica hidrológica da região.

Assim, a presente dissertação objetiva compreender as causas e consequências das mudanças ocorridas nas áreas de endemia do *Antilophia bokermanni* frente à pressão antrópica para poderem ser aplicadas ações que realmente tenham resultados efetivos. Para isso, foram necessários os seguintes objetivos específicos abaixo listados:

1- Identificar a partir de consultas bibliográficas e dados coletados junto a entidades de proteção ambiental, os locais exatos de endemia da espécie *Antilophia bokermanni*.

2- Identificar e mapear as mudanças do uso e ocupação do espaço (sob forma de alterações da densidade de cobertura vegetal) no município do Crato-CE no período de 1984 a 2016 através de geoprocessamento de imagens de satélite.

3- Correlacionar as áreas de endemia da espécie com as áreas onde ocorreram mudanças no uso e ocupação para identificar locais de habitat da espécie em que existe pressão antrópica.

4- Realizar uma análise da pressão antrópica no habitat da espécie assim como suas principais causas e consequências.

2- REFERENCIAL TEORICO

2.1- ANTILOPHIA BOKERMANNI: A ESPÉCIE E SEU AMBIENTE

2.1.1- ASPECTOS BIOLÓGICOS DO SOLDADINHO-DO-ARARIPE

O *Antilophia bokermanni* é uma espécie Passeriforme da família Pipridae, mede 15 cm de comprimento e 20 g de massa, apresenta dimorfismo sexual acentuado, pois a fêmea (figura 2) é de cor verde-oliva enquanto o macho (figura 4) tem plumagem branca no corpo, com negro na cauda e nas penas de voo das asas com um manto carmim que se estende do meio do dorso até um imponente topete sobre o bico. O qual vai crescendo junto com o desenvolvimento do animal podendo ultrapassar a ponta do bico em até 4milímetros. (AQUASIS 2011)



Figura 1: *Antilophia bokermanni*- macho, em seu habitat natural. Fonte: www.oeco.org.br

Ocasionalmente alguma fêmea apresenta penas carmins isoladas no dorso, como no caso da fêmea utilizada para descrever a espécie. Os machos têm penas de voo maiores, são mais compridos e mais leves do que as fêmeas. A coloração da íris é grená, como as pernas, exceto pelas plantas dos pés, que são amarelas. (AQUASIS 2011)



Figura 2: *Antilophia bokermanni* – fêmea, em seu habitat natural. Fonte: www.oeco.org.br

Segundo dados da AQUASIS (2011) os jovens de ambos os sexos têm o mesmo aspecto da fêmea, mas à medida que os machos se tornam adultos penas carmins surgem na cabeça aumentando progressivamente sua densidade, até que no final deste

processo, as penas de voo negras substituem as juvenis e a plumagem branca termina por suprimir totalmente a verde-oliva.

O Soldadinho-do-Araripe possui uma estreita relação com os recursos hídricos dessa porção de mata úmida, uma vez que se alimenta de frutos das espécies vegetais presentes ao longo destes cursos d'água, além de utilizá-las como suporte para construção de seus ninhos (AQUASIS *et al.*, 2006; LINHARES, 2009; LINHARES *et al.*, 2010).

A espécie é essencialmente frugívora, observada regurgitando e defecando sementes, comportamento que provavelmente influencia no recrutamento de novas plantas que acompanham os rios. A eficiência desta dispersão ainda não foi mensurada para esta ave, mas deve corresponder ao padrão observado na família, composta por bons dispersores de sementes (SNOW, 2004).

Este pássaro foi visto alimentando-se de frutos de 27 espécies vegetais, dos quais 22 pertencem a 19 famílias e 5 são morfoespécies que foram extraídas de sementes presentes em suas fezes. Algumas delas utilizadas na dieta e suporte na construção de ninhos como *Henriettea succosa*, *Psychotria colorata*, *Miconia ibanguensis* e outra foi considerada espécie-chave à sua sobrevivência, pois apresenta frutos maduros em período de escassez das demais. (LINHARES, 2009)

Os ninhos do Soldadinho-do-Araripe são encontrados preferencialmente em alturas que não excedem 2 metros acima dos cursos d'água (LINHARES *et al.*, 2010). A construção do ninho é uma atividade que cabe somente à fêmea, uma vez que o macho colorido atrairia a atenção de predadores da ninhada. A construção do ninho ocorre em menos de quatro dias, com fibras vegetais secas e fungos fixados em uma forquilha com teias de aranha, formando um cesto ornamentado com folhas pendentes (AQUASIS *et al.*, 2006).

O desenvolvimento dos ovos de algumas espécies de aves está condicionado a um pequeno intervalo de variação da umidade do ar, existindo a chance de que a postura dos ovos desta espécie sobre a água apresente uma relação de dependência com este microclima restrito (AQUASIS *et al.*, 2006).

A fêmea sempre põe um par de ovos com um intervalo de aproximadamente um dia entre os dois. Os ovos têm coloração bege coberta por riscos escuros que se adensam quanto mais distantes do pólo apical, exceto em seu pólo basal, onde escasseiam novamente, formando uma calota bem delimitada pelos riscos escuros. A cada vez que a fêmea deixa o ninho para se alimentar, os riscos escuros dos ovos indicam que eles

foram mudados de posição, um comportamento que a mãe executa com os pés para a distribuição homogênea do calor (AQUASIS *et al.*, 2006).

Após três semanas desde a postura, cada ovo eclode com cerca de um dia de diferença e a fêmea remove as cascas dos ovos e as fezes dos filhotes, mantendo a limpeza do ninho até que a demanda crescente de alimento para a ninhada inviabilize esta higiene. Outras três semanas se passam entre a eclosão dos ovos e o abandono do ninho pelos filhotes, que são acompanhados de perto pela mãe e observados pelo pai (AQUASIS *et al.*, 2006).

O sistema de acasalamento do Soldadinho-do-Araripe ainda não foi classificado satisfatoriamente, mas assim como seu parente o soldadinho (*Antilophia galeata*) estima-se que seja não promiscuo, tendo então uma única fêmea por período reprodutivo, onde o macho protege a fêmea e sua cria, o que lhe confere uma reprodução mais efetiva para períodos de escassez (MARINI *et al.*, 1997).

Apesar de possuir plumagem exuberante sua exibição para a fêmea consiste em manter outros machos longe do seu território com perseguições e disputas, machos mais fortes defendem os melhores territórios, o que demonstra sua capacidade de proteção e de provimento do alimento para a fêmea e a ninhada (AQUASIS *et al.*, 2006).

Quase dois anos se passam desde o nascimento de um filhote macho até a aquisição de sua plumagem definitiva, quando então será expulso do território dos pais, devendo ocorrer o mesmo com a fêmea recém adulta. Nesse período, a vegetação que conecta as matas ciliares serve de corredor para esses recém adultos, que buscam seus próprios territórios junto a outras nascentes, minimizando a chance de acasalamentos consanguíneos. Desta forma, os pais e seus territórios podem sustentar até quatro descendentes de duas faixas etárias simultaneamente. O período reprodutivo inicia com a escolha do parceiro e antecede a quadra chuvosa. Dessa forma, os filhotes saem oportunamente dos ovos quando as chuvas provavelmente viabilizam uma maior abundância de frutos (GIRÃO e SOUTO, 2005).

As vozes emitidas pelo Soldadinho-do-Araripe consistem em chamados e cantos, sendo estes últimos restritos aos machos. O canto principal dura menos de um segundo, sendo constituído por sete notas curtas. As três primeiras têm frequências gradativamente menores, ao contrário das duas seguintes, que são novamente emitidas, completando sete. O chamado mais comum varia de uma a quatro notas menos curtas que as do canto, sendo todas semelhantes e proferidas quase na mesma frequência, chegando esta voz a durar um segundo e meio (AQUASIS 2011).

Outro chamado menos comum é formado por três notas, sendo a primeira de frequência ascendente, a segunda descendente, e a última como a de um chamado corriqueiro. O som mais raro é emitido repetidamente durante perseguições em voo e dura menos de um segundo, sendo aparentemente produzido pela vibração das rêmiges (AQUASIS 2011).

2.1.2 – A ÁREA DE ENDEMICIA DO SOLDADINHO-DO-ARARIPE

O *Antilophia bokermanni* popularmente conhecido como Soldadinho-do-Araripe é uma ave endêmica do Ceará, habitando mais precisamente a região sul do estado. Encontra-se criticamente ameaçada, com população estimada em 800 indivíduos e área de ocorrência de apenas 31 Km² (RÊGO et al. 2010, IUCN 2015). A primeira avistagem da espécie por ornitólogos ocorreu em 15 de dezembro de 1996, por Artur Galileu de Miranda Coelho e Weber Andrade de Girão e Silva, na nascente do Farias, Distrito de Arajara, município de Barbalha, Ceará.

Em maio do ano seguinte, um casal deste pássaro foi coletado no mesmo local, sendo os espécimes taxidermizados pelo ornitólogo cearense Roberto Otoch, que os tombou em sua coleção particular (hoje pertencente ao Museu Nacional), sob os números 220 e 221. Os exemplares foram cedidos para a Coleção Ornitológica da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE 1130 e 1131) e serviram na descrição da espécie nomeada como *Antilophia bokermanni* (COELHO e SILVA, 1998). A sugestão do nome científico foi dada por Otoch, em homenagem a Werner Carlos Augusto Bokermann (1929-1995), um zoólogo paulista incentivador do estudo das aves cearenses, com quem conviveu.

No ano seguinte à descoberta do Soldadinho do Araripe foi publicado o decreto de criação da Área de Proteção Ambiental Chapada do Araripe, Unidade de Conservação de uso sustentável cujo primeiro objetivo é proteger espécies ameaçadas, e que abrange quase a totalidade da área de ocorrência do Soldadinho-do-Araripe, restrito aos municípios cearenses de Crato, Barbalha e Missão Velha.

A importância de um plano de manejo para o Soldadinho-do-Araripe foi ressaltada na publicação “Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade da Caatinga”, que considerou a Chapada do Araripe como área de “Extrema Importância Biológica” e o entorno da FLONA Araripe como de “Extrema Importância Biológica para as Aves”, devido à presença do Soldadinho-do-Araripe (MMA, 2002).

Porém, todos os esforços de conservação da espécie entram em conflito com a falta de planejamento do uso do solo, com a ausência de um plano de manejo para a APA Chapada do Araripe, pois o uso desenfreado dos recursos, principalmente a água, e a falta de fiscalização e acompanhamento por parte do poder público, levam as espécies da fauna e flora da região a estarem em risco de extinção.

O Soldadinho-do-Araripe é uma ave específica da vegetação que acompanha os cursos d'água. A área de ocorrência deste pássaro corresponde a cerca de 8% das encostas da Chapada do Araripe, todavia, neste setor restrito ressurgem mais de 3.600m³/h d'água, uma vazão que representa 78% do volume que mina em toda a Chapada (DNPM, 1996).

Para compreender porque o Soldadinho-do-Araripe ocorre em uma área tão restrita é preciso entender a litologia e a hidrologia da região. Como falado anteriormente, a superfície da Chapada do Araripe possui um solo e uma litologia extremamente porosos, de boa drenagem, onde a água oriunda das precipitações é infiltrada com facilidade, aflorando em diversas fontes nas encostas. Tendo os estratos sedimentares subsuperficiais uma pequena inclinação para o lado norte oriental, essas águas ressurgem em sua maioria como fonte no estado do Ceará. Devido ao grande aporte de água nessa porção da APA encontramos a ocorrência de Mata Úmida tida também como brejos de encosta (RIBEIRO, 2012).

Assim, a distribuição atual do Soldadinho-do-Araripe está restrita ao limite da Mata Úmida remanescente nas encostas e nos territórios situados junto aos córregos, onde ocorrem quase todas as etapas de seu ciclo vital (SILVA e LINHARES, 2011). Desta forma, a distribuição desta espécie não é uniforme nesta faixa florestal, mas aglutinada junto às quase 130 nascentes e respectivos córregos situados entre os registros extremos de ocorrência do Soldadinho-do-Araripe. Entre estes pontos extremos existe um pouco mais do que 60 km sinuosos de encostas, com uma floresta de largura média inferior a 500 m e área de aproximadamente 31 km², que abrangem os municípios de Crato, Barbalha e Missão Velha (SILVA e LINHARES 2011).



Figura 3: Área de endemia da espécie *Antilophia bokermanni*. Fonte: Autor

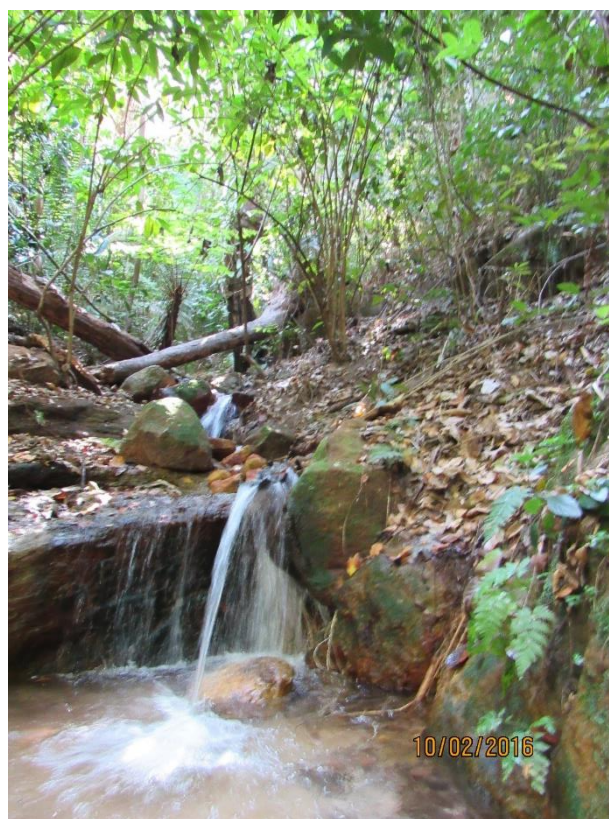


Figura 4: Área de endemia da espécie *Antilophia bokermanni* local de fonte de água. Fonte: Autor

Segundo dados da Gazeta do Cariri (2017) um novo censo populacional realizado no fim do ano de 2016 demonstrou uma diminuição de 12,3% na espécie do Soldadinho-do-Araripe, o que foi um espanto já que a equipe do Projeto Soldadinho-do-Araripe que realizou o censo esperava na realidade um aumento no número de indivíduos por conta das várias metas de conservação estabelecidas.

Infelizmente o resultado não foi o esperado e agora convivemos com a ideia de que a espécie pode ser extinta em menos de duas décadas, um alerta à população que vive na região e que tem o pássaro como símbolo sociocultural, e ainda mais para as demais espécies que têm no Soldadinho-do-Araripe uma espécie guarda-chuva, pois dependem da sua simbologia para continuarem a preservar o seu habitat.

O Soldadinho-do-Araripe enquadra-se, então, segundo dados da IUCN, na categoria *criticamente em risco de extinção* (CR), de acordo com os critérios A: Redução da população (passada, presente e/ou projetada para o futuro) e E: Análise quantitativa de risco de extinção; os critérios estabelecem os sintomas da ameaça e não suas causas (ICMBIO 2013).

Considerando dados da Portaria nº 92, de 29 de setembro de 2016 a qual institui o Plano de Ação Nacional para Conservação do Soldadinho-do-Araripe estabelece em seu Art.2º §2º as ações para conservação da espécie: I - Reduzir a perda de habitat decorrente da expansão agropecuária e imobiliária na área de ocorrência da espécie; II - Reduzir a perda de hábitat em decorrência de incêndios florestais na área de ocorrência da espécie; III - Compatibilizar a gestão dos recursos hídricos com a conservação do Soldadinho-do-Araripe; IV - Ampliar o hábitat do Soldadinho-do-Araripe (MMA, 2016).

Tendo em vista que reduzir a perda do habitat seja algo crucial a conservação de espécies e que o desenvolvimento municipal seja algo difícil de ser controlado o trabalho de preservação do ecossistema da espécie se torna ainda mais difícil, por essa razão estudos que comprovem tais indícios são de extrema importância para a efetiva conservação da espécie.

2.2- UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA AREA DE ESTUDO

A área de endemia do Soldadinho-do-Araripe está totalmente inserida na APA Chapada do Araripe, como já referido anteriormente. A Área de Proteção Ambiental da Chapada do Araripe (APA Araripe) engloba uma parte dos estados do Ceará, Piauí e Pernambuco com mais de 4.500 km², está localizada acima dos 800m de altitude; a outra e a Floresta Nacional do Araripe FLONA- Araripe que está localizada dentro dos limites da Chapada do Araripe, tendo sido criada em 02 de maio de 1946, em cumprimento do Decreto-Lei n^o9.226. Cobre uma área de cerca de 38.262 hectares e perímetro de cerca de 138 quilômetros, entre os municípios de Barbalha, Crato, Jardim e Santana do Cariri, todos no Ceará, de extrema importância para a manutenção das nascentes da região (SILVA E LINHARES, 2011).

Em 1998, no mesmo ano da revista de descrição deste pássaro, foi criado, no município de Barbalha, o Parque Ecológico Municipal Riacho do Meio, aonde sua presença foi divulgada oito anos depois (AQUASIS *et al.*, 2006). Em 1999, ano de circulação do artigo da descrição formal, a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Arajara Park foi criada na nascente do Farias (local da descoberta da ave), concomitante à instalação de um parque aquático antes que a espécie fosse localizada noutro lugar (AZEVEDO JÚNIOR *et al.*, 2000).

Segundo a lei 9.985 de julho de 2000 a qual institui e regulamenta o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), no seu art.15 trata:

“A Área de Proteção Ambiental é uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.
” (BRASIL, 2000)

De acordo com o Art. 6^o “ não são permitidas nas APA’S as atividades de terraplanagem, mineração, dragagem e escavação que venham a causar danos ou degradação do meio ambiente e/ou perigo para pessoas ou para a biota. ” Além disso:

“Parágrafo Único- As atividades acima referidas, num raio mínimo de 1.000 (mil) metros no entorno de cavernas,

corredeiras, cachoeiras, monumentos naturais, testemunhos geológicos e outras situações semelhantes, dependerão de prévia aprovação de estudos de impacto ambiental e de licenciamento especial, pela entidade administradora da APA. ” (BRASIL, 2000)

Segundo o art. 2º da mesma lei as APA's têm obrigatoriedade em ter um zoneamento ecológico-econômico, o qual define setores com objetivos de manejo e normas específicos, para que todas as atividades coexistam de forma harmônica e eficaz. E de acordo com o artigo 4º dentro destas zonas deveram ter uma de vida silvestre onde fica vetado ou regulado o uso dos recursos naturais.

A lei também trata do plano de manejo das UC's em seu § 3º “O Plano de Manejo de uma unidade de conservação deve ser elaborado no prazo de cinco anos a partir da data de sua criação. ”

A APA chapada do Araripe foi criada pelo decreto federal nº 5587 de 4 de agosto de 1997 trata dos objetivos da mesma salientando o artigo 1º “Fica criada a Área de Proteção Ambiental (APA), denominada de Chapada do Araripe, situada na bioregião do Complexo do Araripe, com o objetivo de:

I - Proteger a fauna e flora, especialmente as espécies ameaçadas de extinção;

II - Garantir a conservação de remanescentes de mata aluvial, dos leitos naturais das águas pluviais e das reservas hídricas;

III - Garantir a proteção dos sítios cênicos, arqueológicos e paleontológicos do Cretácio Inferior, do Complexo do Araripe;

IV - Ordenar o turismo ecológico, científico e cultural, e as demais atividades econômicas compatíveis com a conservação ambiental;

V - Incentivar as manifestações culturais e contribuir para o resgate da diversidade cultural regional;

VI- Assegurar a sustentabilidade dos recursos naturais, com ênfase na melhoria da qualidade de vida das populações residentes na APA e no seu entorno. ”

Ainda no mesmo decreto Art. 5º inciso I “...elaboração do Zoneamento Ambiental, a ser regulamentado por instrução normativa do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA, definindo as atividades a serem permitidas ou incentivadas em cada zona e as, que deverão ser restringidas e proibidas;”

2.3- PRESSÃO ANTRÓPICA SOBRE AMBIENTES NATURAIS: CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS

A relação entre natureza, recursos naturais e desenvolvimento econômico levou à politização da discussão ambiental (BECKER, 1997; ALBAGLI, 1998).

Para Richard *et al.* (*apud* LEITE e ANDRADE, 2004) o impacto antrópico, causado por mau uso das áreas vegetadas, pode promover modificações ou levar à destruição desse ecossistema. Altos níveis de perturbações resultam em um decréscimo na altura e cobertura da vegetação, deixando o terreno exposto e vulnerável à ações erosivas. Ações ou uso impróprios podem resultar em problemas de administração sérios, para os quais soluções simples e baratas raramente estão disponíveis (HESP, 2000).

A lei nº 6.938/81, da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) define em seu Art. 3º inciso II degradação ambiental como “*alteração adversa das características do meio ambiente*” (BRASIL,1981).

Quanto mais o homem altera as características do ambiente, mais vulnerável ele fica. A vulnerabilidade ambiental pode ser entendida como o grau de exposição que determinado ambiente está sujeito a diferentes fatores que podem acarretar efeitos adversos, tais como impactos e riscos, derivados ou não das atividades socioeconômicas (SANTOS 2006).

Com o crescimento das cidades, áreas que antes eram de proteção ambiental passam a ser povoadas e com um crescente aumento da especulação imobiliária devastando, assim, áreas verdes e aumentando o limite urbano.

Somado a isso temos o estabelecimento de empresas em áreas de conservação ambiental que utilizam os recursos naturais para ganhos privados, deixando de lado a divisão igualitária desses recursos por toda a comunidade. A responsabilidade pela

destruição da diversidade biológica em áreas tropicais ricas em espécies, também recai no uso desigual de recursos naturais no mundo todo (PRIMACK, 2001).

Outro risco é a poluição que afeta a qualidade do ambiente e a vida dos animais e plantas, sendo muito comum em todos os lugares do mundo, tanto por causa de empresas quanto pela própria população que por falta de sensibilização continuam a descartar os resíduos em locais inadequados. A poluição se apresenta de diferentes formas poluição por resíduos sólidos, poluição do ar, da água e do solo; porém assim como os processos ecológicos são interligados a poluição também é, como exemplo a poluição por resíduos sólidos polui o solo que por sua vez polui a água; fazendo assim um estrago de enormes proporções (SOARES, 2012).

A utilização da área para fins agropecuários corrobora ainda mais para a exploração dos recursos tanto água como solo e vegetação sofrem muito com esse tipo de atividade. Além disso, o solo é poluído pelo uso de defensivos agrícolas, e também pelo próprio pastoreio dos animais que compacta o solo deixando com alta taxa de erosão, pois esse perde sua porosidade e capacidade de absorção de água (SOARES, 2012).

O desmatamento é a forma mais comum das pessoas conseguirem “espaço” para realizarem suas atividades, porém a principal ameaça a espécies é a perda do habitat e a sua fragmentação. A fragmentação do habitat é o processo pelo qual uma grande e continua área de habitat é tanto reduzida em sua área, quanto dividida em dois ou mais fragmentos (WILCOVE *et al.*; 1986; SHAFER, 1990).

Nesse processo estão incluídas a divisão do habitat em manchas separadas e a perda de área do habitat (FAHRIG, 2003), que, normalmente, estão associadas a uma série de outras intervenções na floresta, tais como extração de espécies madeireiras e outras de interesse econômico, caça e queimadas, que têm efeitos sinérgicos com a fragmentação florestal, contribuindo para a perda de biodiversidade (LAURANCE *et al.*, 2001; TABARELLI *et al.*, 2004).

A caça predatória e a extração de madeira representam um risco significativo às áreas de proteção ambiental, além do que quanto mais borda essas áreas tiverem maior a facilidade para que isso ocorra devido à falta de fiscalização, além do que áreas grandes tornam o trabalho ainda mais difícil e quase impossível de ser realizado efetivamente.

Outro recurso de extrema importância às espécies e à população é a água: locais diferentes podem ter leis diferentes em relação ao gerenciamento desse recurso. A

“Partilha das Águas”, instituída pelo Juiz da Comarca do Crato concede o direito de uso e posse das principais fontes estabelecendo, desta forma, um mercado de água controlado através de regras empíricas de monitoramento, servindo originalmente para uso na agricultura, e hoje basicamente para o lazer, mostrando durante décadas uma íntima relação entre “propriedade água” e “poder” (SABIÁ, 2000).

2.4- O GEOPROCESSAMENTO COMO ELEMENTO INVESTIGATÓRIO DAS MUDANÇAS NO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA

Ultimamente muito se fala sobre desmatamento, causas e consequências da ação humana no ambiente natural, cada vez mais estudos estão sendo realizados para determinar os problemas relacionados à ocupação humana e às formas de melhor resolve-los. Assim, as técnicas de sensoriamento remoto vêm cada vez mais sendo aprimoradas por fornecer informações precisas e valiosas, devido a seu potencial na medição de parâmetros biofísicos com detecção de sua variabilidade tanto temporal como espacial (MORAN *et al.*, 1997; DAUGHTRY *et al.*, 2000).

Com o advento da informática e seu crescente avanço tem possibilitado e estimulado a evolução das chamadas geotecnologias, dos sistemas de informações geográficas (SIG's) e a evolução dos sistemas computacionais para estudos de análise ambiental e a disponibilização de imagens de satélite tem proporcionado excelentes resultados no processo de automação da maioria dos trabalhos executados de forma convencional, e tem permitido o processamento de um grande volume de informações relevantes para tomadas de decisão (ALBUQUERQUE *et al.*, 2012; CARVALHO *et al.*, 2009; CÂMARA e MEDEIROS, 1996; FERNANDES *et al.*, 1998).

Para Aronoff (1989) SIG é um conjunto de procedimentos manuais ou computacionais destinados a armazenar e manipular dados georreferenciados. São ferramentas que contribuem na descrição das formas e estruturas da paisagem em um ou vários momentos, cabendo ao usuário destes sistemas a *“interpretação e derivação das funções e processos subjacentes, permitindo o entendimento do conjunto expresso pelo espaço geográfico”* (REGO, 2007).

A organização e o manuseio de grande quantidade de informações espaciais, em escalas e naturezas diferentes, demandam a utilização de técnicas e sistemas de análise complexos. Neste contexto o geoprocessamento se destaca ao possibilitar a análise

espacial dos fenômenos do mundo real representados em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) (MONTEIRO, 2001).

Um das formas mais empregadas na atualidade é a utilização de indicadores de degradação ambiental, além de trabalhar com geotecnologias já que as vantagens do seu uso é poder trabalhar com dados de datas passadas (ANGELES, 2010). Fornasari (1995) afirma que a análise temporal de dados ambientais, ajuda em muito com a avaliação ambiental possibilitando assim a analisar e evidenciar a transformação que a paisagem natural está sofrendo sobre aspectos naturais ou antrópicos.

Várias técnicas já foram estudadas com o objetivo de se determinar quantitativamente e qualitativamente o estado da vegetação a partir de imagens de satélite. Índices de vegetação foram então desenvolvidos a fim de reduzir o número de parâmetros presentes nas medidas multiespectrais. Esses índices gerados a partir de dados de sensoriamento remoto constituem uma importante estratégia para o monitoramento das alterações naturais, ou produzidas pelo homem, nos ecossistemas (HOLBEN *et al.*, 1980; BARET e GUYOT, 1991).

Pode-se definir *sensoriamento remoto* como a técnica que permite a exploração e a análise de objetos ou fenômenos através de instrumentos (sensores), sem que haja contato direto entre eles, sendo restrito aos métodos que utilizam a energia eletromagnética na detecção e medida das características de objetos (energias relativas à luz, calor e ondas de rádios).

No sensoriamento remoto, a energia refletida ou emitida por um objeto é captada por sensores que operam em intervalos específicos do espectro eletromagnético. O espectro das ondas eletromagnéticas está dividido em diversas regiões que vão desde os raios cósmicos até as ondas de rádio e as de baixa frequência. Assim, pode-se identificar as superfícies de acordo com a energia emitida/refletida por elas, ou seja, através de sua assinatura espectral, a resposta que determinada superfície dá a cada comprimento de onda.

A eficiência do uso dos recursos da região deve ser priorizada através do monitoramento das áreas mais afetadas. Portanto, a avaliação do impacto ambiental nessas áreas, com base em imagens de satélite e algoritmos, representa uma grande contribuição para estimativa da diminuição ou aumento desse fator. Um dado indispensável à utilização do sensoriamento remoto com tal finalidade é a obtenção dos índices de vegetação, tais como o NDVI, pois estes podem indicar a presença ou

ausência de vegetação em um lugar (BRAGA *et al.*, 2003; BRAGA *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2008; NASCIMENTO *et al.*, 2009).

Embora muitos índices vegetativos existam, o mais usado e conhecido atualmente é o denominado Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN) que é obtido através de uma operação aritmética entre a banda que mais reflete a energia pela que menos reflete. Portanto, é um índice vegetativo, calculado como uma razão entre a refletividade medida nas regiões do vermelho e infravermelho próximo do espectro eletromagnético, sendo essas duas bandas espectrais selecionadas em razão de serem mais afetadas pela absorção da clorofila pela folhagem da vegetação verde e consequentemente pela densidade dessa vegetação na superfície (COSTA FILHO *et al.*, 2007).

Dada a repetitividade com que as imagens de satélite são adquiridas, é possível reconhecer alterações ocorridas na paisagem de uma região, num dado período de tempo, através da análise da extensão e do tipo de mudanças no uso, como o desmatamento, a expansão urbana e as variações sazonais da vegetação (RIDD e LIU, 1998).

Segundo Florenzano (2002), as imagens de satélite proporcionam uma visão sinóptica (de conjunto) e multitemporal (de dinâmica) de extensas áreas da superfície terrestre. Assim, as imagens de satélite da área permitem uma visão do todo, possibilitando a obtenção de informações que seriam inviáveis de serem adquiridas sem a utilização das mesmas.

Com a demanda crescente por recursos naturais, a análise e o diagnóstico ambiental do uso da terra passaram a representar aspectos fundamentais para a compreensão dos padrões de ocupação e organização espacial da paisagem, raramente permanente em função da dinâmica das atividades econômicas (RIBEIRO, 2007).

2.5 – O NDVI (NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX) NOS ESTUDOS DE COBERTURA VEGETAL

Conforme salienta Tucker (1979), a vegetação é caracterizada por uma intensa absorção devido à clorofila na região do vermelho (0,58 a 0,68 μ m) e por uma intensa reflexão na faixa do infravermelho próximo (0,76 a 1,35 μ m) causada pela estrutura celular das folhas.

Moreira (2005) afirma que os dados de refletância dos alvos podem ser transformados em índices de vegetação, os quais foram criados com o intuito de ressaltar o comportamento espectral da vegetação em relação ao solo e a outros alvos da superfície terrestre, sendo que um dos índices mais utilizados é o NDVI (Normalized Difference Vegetation Index).

O NDVI é um indicador do desenvolvimento e vigor da vegetação verde. Seus valores variam de -1 a $+1$. Estudos indicam que os valores de NDVI para áreas vegetadas variam de $0,10$ a $0,80$; valores estes que dependem da arquitetura, densidade e umidade da vegetação. Rochas e solos sem vegetação apresentam valores próximos de zero e a água valores negativos. Os maiores valores encontrados estão associados a coberturas muito densas. Valores típicos encontrados na literatura sugerem que temos NDVI da ordem de $0,60$ para florestas úmidas tropicais, $0,05$ para o deserto e $-0,30$ para nuvens que não precipitam (PARKINSON, 1997).

Os valores de NDVI quanto mais próximo de 1 , significam vegetação mais densa; o valor 0 (zero) indica superfície não vegetada (ROSENDO, 2005). Os maiores valores de NDVI correspondem aos Números Digitais (ND) mais elevados, que se relacionam às áreas de vegetação com maior vigor. Enquanto os menores valores equivalem aos ND baixos, representando as áreas de vegetação estressada, bem menos densas ou até mesmo áreas desnudas (BORATTO 2013).

Para a obtenção do NDVI faz-se necessário apenas a estimativa das refletividades das bandas do infravermelho próximo e do vermelho, que correspondem às bandas 4 e 3 do Landsat 5 - TM, respectivamente (MOREIRA, 2001).

Segundo Moreira (2001) o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada é obtido através da razão entre a diferença das refletividades do IV-Próximo (banda 4) e do Vermelho (banda 3) e a soma das mesmas, dada pela seguinte equação:

$$NDVI = \frac{\rho_{t,4} - \rho_{t,3}}{\rho_{t,4} + \rho_{t,3}}$$

Onde:

NDVI = Índice de Vegetação por Diferença Normalizada

$\rho_{t,3}$ = Banda 3

$\rho_{t,4}$ = Banda 4

2.6- SATÉLITES UTILIZADOS NO ESTUDO

O Landsat-5 possui um sistema com tecnologia de sensor Thematic Mapper (TM) esse sensor registra dados em sete canais ou bandas espectrais; três no visível e quatro no infravermelho; e possui uma resolução espacial de 30 metros, ele foi lançado em 1984 e ainda está em operação, passando a cada 16 dias sobre uma mesma área (INPE).

Para a obtenção do NDVI faz-se necessário apenas a estimativa das refletividades das bandas do infravermelho próximo e do vermelho, que correspondem às bandas 4 e 3 do Landsat 5 - TM, respectivamente (MOREIRA, 2001).

Na banda 3 temos uma grande absorção o que a deixa em tons escuros permitindo bom contraste entre áreas ocupadas e vegetação, já na banda 4 os corpos d'água absorvem muita energia ficando escuros enquanto que a vegetação tem boa refletividade aparecendo bem clara nas imagens.

Os Sentinel-2a e 2B formam uma missão imageadora multispectral do Programa GMES (Global Monitoring for Environment and Security) conjuntamente administrada pela Comunidade Europeia e a ESA, para observação da Terra, realizando coleta de dados sobre a vegetação, solos e humidade, rios e áreas costeiras, e dados para correção atmosférica (absorção e distorção) em alta resolução (10 m), e com alta capacidade de revisita (5 dias), para garantir a continuidade dos dados fornecidos pelo SPOT 5 e Landsat 7 (ENGESAT, 2015).

No Sentinel-2 utilizamos as bandas 4 e 8 para cálculo do NDVI que correspondem ao vermelho e infravermelho próximo respectivamente.

2.7- CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Chapada do Araripe é o ponto marcante da paisagem de todo o sul do Estado do Ceará, limite com os Estados de Pernambuco e Piauí, e se destaca em relação às unidades morfológicas adjacentes, tanto por sua massa quanto pela altitude, que pode chegar a 960m (RIBEIRO 2004 apud. PRATES, *et al.*, 1981).

Morfológicamente, apresenta-se como uma mesa com o eixo maior, leste/oeste, possuindo aproximadamente 180 km, estendendo-se de Brejo Santo/CE a Simões/PI. O eixo norte/sul tem uma variação entre 30 a 70 km, sendo um testemunho resultante da erosão, de uma sequência sedimentar depositada nesta área no Mesozóico (RIBEIRO, 2004).

A camada superior da bacia sedimentar do Araripe (Formação Exu) é permeável à infiltração da água da chuva, a qual atinge camadas mais profundas e impermeáveis, inclinadas para o lado norte-oriental, no Ceará (figura 2), fazendo com que a água ressurgja em diversas nascentes (SILVA e LINHARES, 2011).

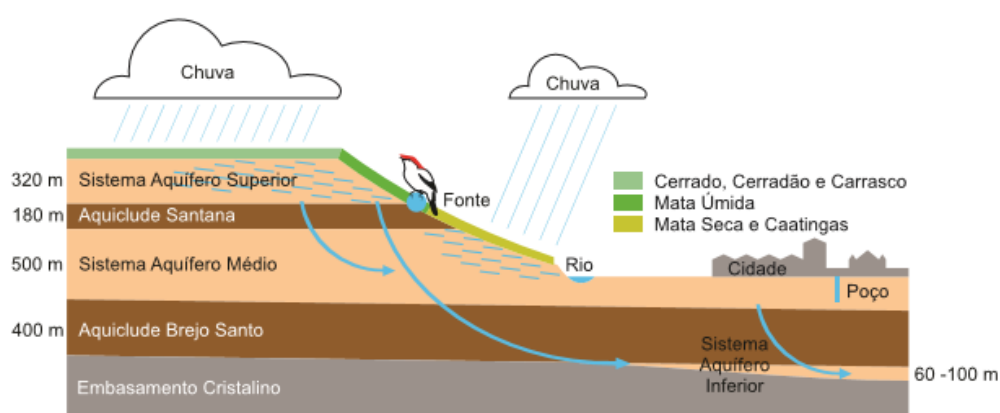


Figura 5: Dinâmica Hidrológica da Chapada do Araripe. Fonte: Plano de conservação do Soldadinho-do-Araripe, 2011.

É no contato entre a escarpa e o talude (contato entre as formações Exu e Arajara na base da escarpa, e no âmbito desta última formação) que se dá a ressurgência da água infiltrada no topo, dando origem a numerosas fontes. Estas são as formadoras de rios e riachos que compõem as bacias da região sul do Ceará (RIBEIRO, 2004).

Em termos gerais, os solos originados dos sedimentos da Bacia Sedimentar do Araripe são arenosos com teores de silte e argila variáveis segundo sua litologia e localização no relevo (figura 3). Os solos do topo da Chapada são predominantemente arenosos, do tipo Latossolo Amarelo distrófico, ocorrendo também, o álico. São solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B latossólico caracterizado pelo avançado estágio de intemperismo. Nesta situação pedológica, associada ao substrato litológico de arenito da Formação Exu, há o favorecimento da infiltração das águas pluviais, as quais formarão o aquífero superior do Araripe (RIBEIRO, 2004 apud. JACOMINE, 1973).

Os **Neossolos Litólicos eutróficos** são solos minerais, não hidromórficos, pouco desenvolvidos e rasos a muito rasos, com seqüência de horizontes A-C-R ou A-R (podendo haver um horizonte B incipiente), alta saturação em bases e reação de moderadamente ácida a alcalina, esses solos são encontrados na porção de mata úmida e de matas secas (RIBEIRO, 2004 apud. JACOMINE, 1973)

De acordo com Ribeiro (2004) o período chuvoso na área em questão é determinado predominantemente pela Zona de Convergência Intertropical no período que vai de dezembro a abril, penetrando no interior cearense com grande força e que, ao chegar à porção norte da chapada encontra uma barreira, ali acontecendo a maior parte das chuvas do Cariri.

Sendo uma área a barlavento da Chapada do Araripe, o município do Crato recebe ar ascendente com significativa umidade relativa. As precipitações variam entre 850 e 1.100 mm e ocorre de forma irregular, com concentração no trimestre fevereiro-março-abril (RIBEIRO, 2004).

Apresenta duas estações climáticas bem distintas, uma seca (com 0 a 60 mm/mês), de maio a novembro e outra chuvosa (acima de 60 mm/mês), entre dezembro e abril, com precipitação média anual de 1.033 mm. A temperatura média anual é de 25,7°C, com os meses mais frios em junho e julho (24,1°C) e o mais quente em novembro (27,4°C) (DNPM 1996).

Tantos pontos a favor como altitude, inclinação do relevo, solo, corroboram para que a grande maioria das fontes ocorra nessa porção da chapada, proporcionando a abundância de água; não por menos a população se concentra também nessas áreas de ressurgências, as mesmas que proporcionam o habitat ideal do Soldadinho-do-Araripe.

A vegetação típica abrange formações de Floresta Úmida até Cerradão, Carrasco e Matas secas (figura 1), passando por áreas de ecótono entre os dois extremos. A heterogeneidade ambiental nordestina favorece o surgimento de diversas formações vegetais pela variação das características climáticas, de solo, relevo e disponibilidade de recursos (ARAUJO et al., 2005).

As variações estruturais e de composição florística das florestas úmidas nordestinas podem ser resultado tanto da influência de outros ecossistemas, como Amazônia e trechos de Mata Atlântica do Sul e Sudeste, como pelas diferenças de

latitude, altitude e precipitação (FERRAZ et al., 2004; TABARELLI e SANTOS, 2004; RODAL & SALES, 2007).

De acordo com Andrade-Lima (1966) a Mata Úmida presente na encosta nordeste da Chapada do Araripe, hábitat do Soldadinho-do-Araripe, é considerada uma Floresta Subperenifólia Tropical Plúvio-Nebular, a qual representa totalidade da nossa área de estudo.

Encontramos essa fitofisionomia na encosta da Chapada do Araripe, sendo a altitude e a exposição aos ventos úmidos as principais responsáveis pelas chuvas orográficas condicionantes da ocorrência dessa floresta, considerando-se ainda a importância da água subterrânea, cuja ressurgência nas encostas da Chapada do Araripe contribui para a permanência da vegetação florestal. Outra forma de precipitação que também tem importância na manutenção desta vegetação é o orvalho proveniente do nevoeiro sobre os níveis mais elevados (RIBEIRO, 2012).

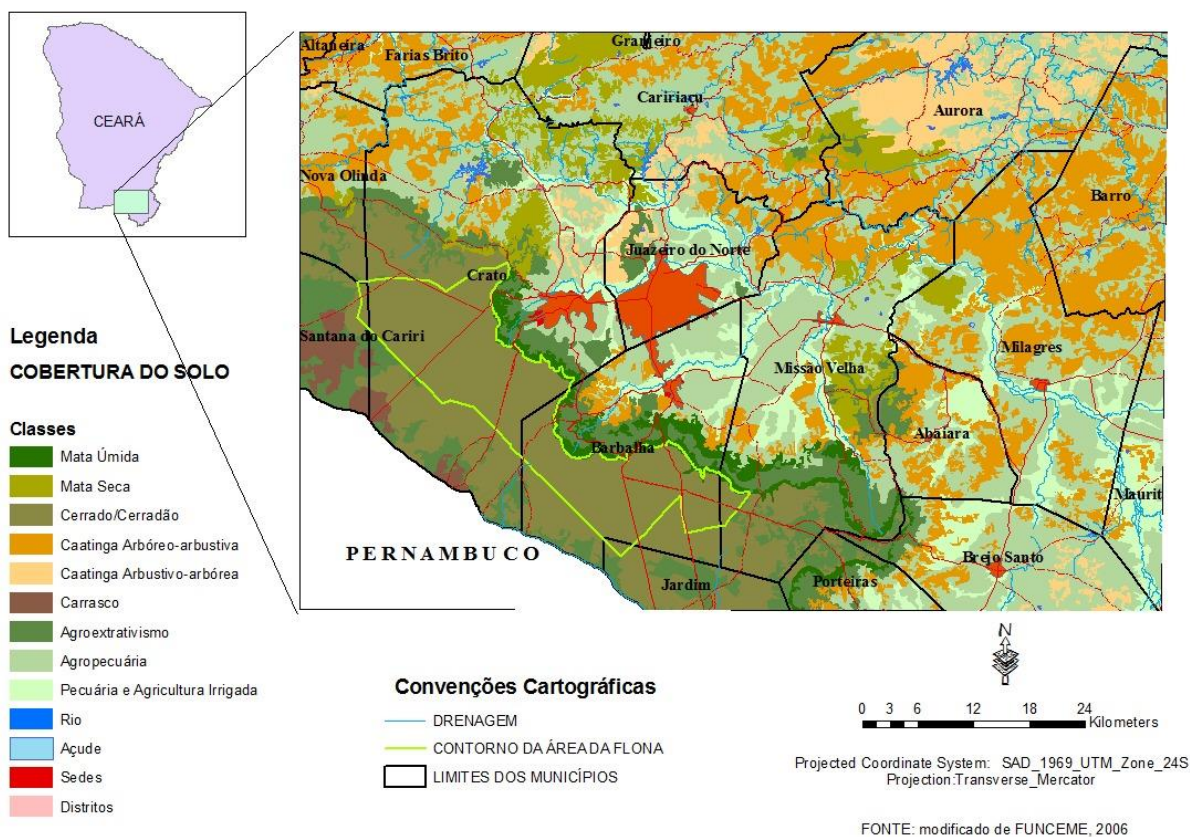


Figura 6: Cobertura do solo na área da Chapada do Araripe e seu entorno. Fonte: modificado de FUNCEME, 2006.

A maior causa para a ocorrência da mata úmida nessa região é o grande aporte de água das diversas fontes que nascem na encosta do Araripe, ainda corroborando a isso temos a incidência de uma maior concentração de chuvas nesse lado da Chapada justamente pela dinâmica de ventos e da altitude elevada nessa porção do relevo (RIBEIRO, 2004).

3 - METODOLOGIA

3.1 – ESPACIALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ENDEMIA DA *ANTILOPHIA BOKERMANNI*

Para levantamento das áreas de endemia (AE) foi realizada uma consulta junto ao Projeto Soldadinho-do-Araripe onde eles disponibilizaram material com a localização de todas as fontes onde há ocorrência da espécie focada. O arquivo foi confeccionado no formato de Shape podendo ser visualizado no Arcgis, Quantum Gis e no Google Earth.

Então delimitamos a área que seria estudada, que mostra parte do centro da cidade e toda área de ocorrência da espécie no município do Crato-CE.

Também foi feita uma consulta ao Plano de Conservação do Soldadinho-do-Araripe onde foram coletados dados sobre localização exata da fonte, sua vazão e o status (reproduzindo/ presente/ ausente) da espécie em cada.

Foram feitas também visitas as fontes de água subterrânea Caieiras e Batateira no dia 30 de maio de 2016 as 10:00 seguindo o mapa cedido, para coleta de imagens a serem utilizadas para reforçar os pontos discutidos e para melhor embasamento das conclusões.

3.2 – ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA PARA DETECÇÃO DO DESMATAMENTO E FRAGMENTAÇÃO DO HABITAT DA ESPECIE *ANTILOPHIA BOKERMMANI*

Para o cálculo do NDVI utilizou-se o satélite Landsat-5-TM e o Sentinel -2, e o software utilizado para recorte da área e aplicação do cálculo foi o Quantum GIS. A partir das imagens originais, foram realizadas correções atmosféricas para obter resultados mais claros para o que se propõe o estudo.

Como explicado no referencial teórico, para o cálculo do NDVI usou-se as bandas do infravermelho próximo e do vermelho (bandas 4 e 3, respectivamente) do Landsat 5-TM

Assim, através da equação $NDVI = \frac{pt,4 - pt,3}{pt,4 + pt,3}$ obteve-se o índice de vegetação da área estudada.

O desmatamento é a principal causa de extinção de espécies por causar a perda do habitat, além disso, também causa a sua fragmentação deixando as áreas florestadas sem conexão não podendo então haver fluxo de animais entre essas áreas aumentando o isolamento genético e agravando mais ainda o risco de extinção.

Utilizando imagens de satélite e o cálculo do NDVI podemos assim detectar áreas que antes eram florestadas e agora fazem parte da mancha urbana, comprovando a perda do habitat não só da espécie estudada, mas também de outras espécies da região.

Fez-se uma análise comparativa entre as imagens para identificação de áreas antes vegetadas que deram lugar a atividades humanas.

Para quantificação do NDVI foi utilizado o programa ArcMap onde dividiu-se a imagem em cinco classes as quais as duas últimas correspondem a áreas com vegetação e as três primeiras a áreas sem vegetação (Corpos d'água, solo exposto, asfalto, ocupação). Para calcular a área foi preciso converter a imagem (raster) em features (shapes). O índice foi obtido para cada pixel da imagem da área de estudo.

O arquivo é gerado que vários Shapes e cada um poderá corresponder a uma daquelas classes (1 a 5). Então calcula-se a área a partir da tabela de atributos do programa, para selecionar as áreas correspondentes a vegetação e obter a soma dessas áreas (km²). O mesmo procedimento é feito com as áreas sem vegetação no caso classes 1,2 e 3.

3.3 - RELAÇÕES ENTRE AS ÁREAS DE ENDEMIA DA *ANTILOPHIA BOKERMANNI* E AS MUDANÇAS NA COBERTURA DA TERRA

Através da comparação dos NVDI de imagens de satélites multitemporais e os mapas com a localização das fontes onde ocorre a endemia do Soldadinho-do-Araripe pode-se inferir a relação existente entre áreas antes florestadas e que agora deram lugar a atividades socioeconômicas e as áreas de endemia da espécie estudada.

Porém não necessariamente somente essas áreas têm relação com a pressão antrópica sofrida pela espécie do Soldadinho-do-Araripe, mas também suas áreas próximas e entorno, pois quanto mais próximo a população irá passar a utilizar os recursos ali encontrados, e maior pressão poderá exercer sobre as áreas específicas da endemia.

A utilização das imagens de satélite da área juntamente com o mapa de cobertura do solo, demonstra claramente as áreas de endemia que sofreram alterações por atividades socioeconômicas.

3.4- ÁREAS DE ENDEMIA DA *ANTILOPHIA BOKERMANNI*

O trabalho em questão visa à encosta da APA Chapada do Araripe na porção pertencente ao município do Crato, que conta com 76 fontes (figura 6) sendo que somente 50 tem dados de ocorrência da espécie estudada - na tabela 1 encontramos a localização das fontes e o status da espécie em cada uma delas no município do Crato.

A figura 7 mostra toda a área de ocorrência do Soldadinho-do-Araripe nos municípios Crato, Barbalha e Missão Velha estado do Ceará, onde cada ponto verde é um local de endemia e também um local de fonte ou córrego.

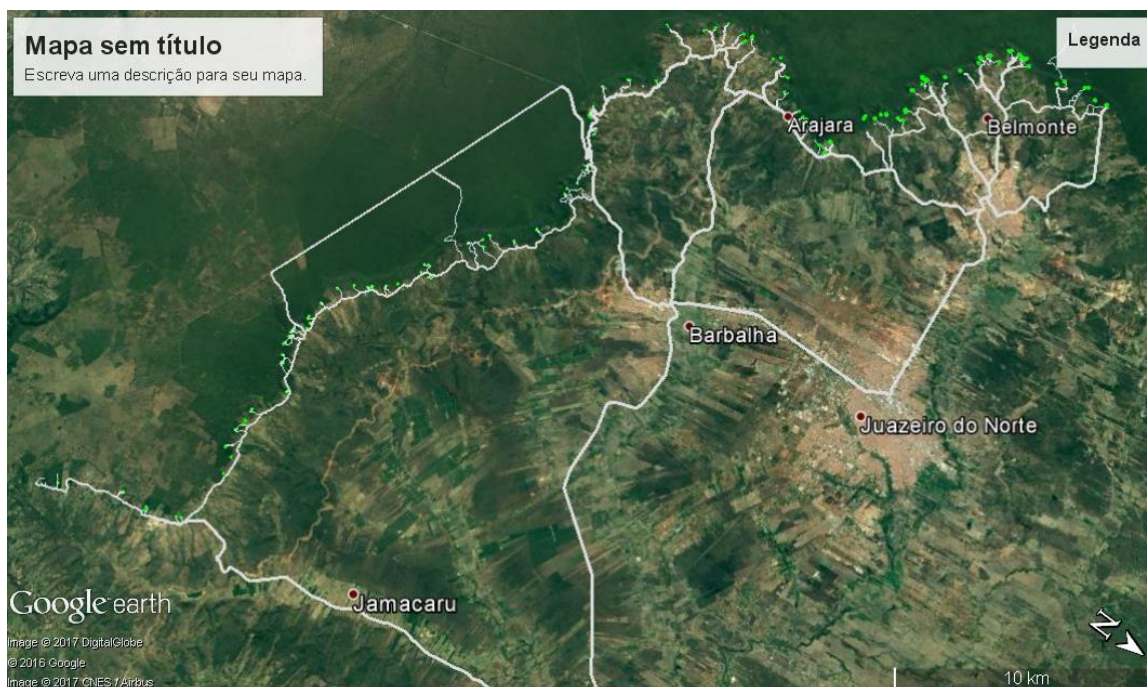


Figura 7: Mapa Geral das fontes de ocorrência do Soldadinho-do-Araripe em Crato, Barbalha e Missao Velha. Fonte: Weber Girão

Tabela 1. Localização e vazão das fontes da área de ocorrência do Soldadinho-do-Araripe com status da espécie.

Nº	Nome	Longitude	Latitude	Vazão m ³ /h	Status
01	Flona/ Guaribas	39°28'25''W	7°13'10''S	2,30 m ³ /h	Reproduzindo (2005)
02	Guaribas	39°28'22''W	7°13'13''S	0,90 m ³ /h	Reproduzindo (2005)
03	Sítio Bebida nova	39°28'25''W	7°13'47''S	3,48 m ³ /h	Reproduzindo (2005)
04	Sítio buriti vale verde	39°28'28''W	7°13'48''S	4,57 m ³ /h	Reproduzindo (2005)
05	Sítio bebida nova	39°27'48''W	7°13'55''S	2,32 m ³ /h	Ausente (2010)
06	Bebida nova	39°28'20''W	7°14'18''S	0,38 m ³ /h	Reproduzindo (2005)
07	Bebida nova	39°27'42''W	7°14'28''S	0,58 m ³ /h	Ausente

					(2010)
08	Bebida nova	39°27'52''W	7°14'50''S	0,10 m³/h	Ausente (2010)
09	Coruja	39°27'38''W	7°15'02''S	0,54 m³/h	Ausente (2010)
10	Coruja	39°27'39''W	7°15'03''S	0,83 m³/h	Ausente (2010)
11	Coruja	39°27'50''W	7°15'09''S	0,32 m³/h	Ausente (2010)
12	Coruja	39°27'43''W	7°15'14''S	0,47 m³/h	Ausente (2010)
13	Coruja	39°27'56''W	7°15'14''S	0,83 m³/h	Ausente (2010)
14	Sitio Helvetia	39°28'15''W	7°15'20''S	4,50 m³/h	Reproduzindo (2010)
15	Luanda	39°28'12''W	7°15'20''S	1,69 m³/h	Reproduzindo (2010)
16	Luanda	39°28'14''W	7°15'28''S	>75	Reproduzindo (2010)
17	Luanda agua preguiça	39°28'15''W	7°15'29''S	36 m³/h	Reproduzindo (2010)
18	Luanda Batateiras	39°28'23''W	7°15'30''S	350,0 m³/h	Reproduzindo (2010)
19	Luanda	39°28'13''W	7°15'40''S	16,0 m³/h	Reproduzindo (2005)
20	AABEC cariri	39°28'14''W	7°15'41''S	2,60 m³/h	Reproduzindo (2005)
21	Sitio Luanda	39°27'49''W	7°15'48''S	< 75	Ausente (2010)
22	Agua fria	39°27'46''W	7°16'03''S	21,60 m³/h (2005)	Reproduzindo (2010)
23	Fonte do Serrano	39°27'30''W	7°16'11''S	60,48 m³/h	Reproduzindo (2005)
24	Belmonte	39°27'03''W	7°16'25''S	5,03 m³/h	Reproduzindo (2010)
25	Caianas	39°26'42''W	7°16'36''S	43,85 m³/h	Reproduzindo (2010)

26	Granjeiro	39°26'22''W	7°16'53''S	<75	Reproduzindo (2010)
27	Granjeiro	39°26'22''W	7°17'02''S	< 75	Reproduzindo (2010)
28	Granjeiro	39°26'21''W	7°17'01''S	< 75	Reproduzindo (2010)
29	Buritizal	39°26'13''W	7°16'53''S	< 75	Reproduzindo (2010)
30	Bela Vista	39°25'58''W	7°17'01''S	1,69 m³/h	Reproduzindo (2010)
31	Coqueiro	39°25'56''W	7°17'02''S	22,00 m³/h	Reproduzindo (2010)
32	Coqueiro	39°25'27''W	7°16'54''S	54,00 m³/h	Presente (2010)
33	Brejo das quintas	39°25'24''W	7°16'53''S	4,57 m³/h	Presente (2010)
34	Brejo dos pintos	39°25'24''W	7°16'52''S	< 75	Presente (2010)
35	Chuvisco	39°25'18''W	7°16'51''S	7,00 m³/h	Ignorado
36	Caieiras	39°25'17''W	7°16'52''S	6,22 m³/h	Ignorado
37	Urubus	39°25'08''W	7°17'03''S	16,13 m³/h	Ignorado
38	Urubus	39°25'04''W	7°17'07''S	1,78 m³/h	Reproduzindo (2010)
39	Urubu	39°25'04''W	7°17'12''S	< 75	Reproduzindo (2010)
40	Agua grande	39°24'59''W	7°17'17''S	113,0 m³/h	Reproduzindo (2010)
41	Nascente do Lousinha	39°24'49''W	7°17'21''S	< 75	Presente (2010)
42	Fazenda duas nascentes	39°24'39''W	7°17'29''S	20,37 m³/h	Reproduzindo (2005)
43	Fazenda duas nascentes	39°24'39''W	7°17'31''S	59,11 m³/h	Reproduzindo (2005)
44	Bica Padre Romualdo	39°23'42''W	7°17'51''S	< 75	Presente (2010)

45	Bica Padre Pinheiro	39°23'43''W	7°17'52''S	>75	Presente (2010)
46	Biquinha "seu Afonso"	39°23'26''W	7°17'49''S	0,56 m ³ /h	Ausente (2010)
47	Culado	39°23'31''W	7°18'00''S	0,92 m ³ /h	Presente (2010)
48	Bica do melo	39°23'44''W	7°18'27''S	< 75	Reproduzindo (2010)
49	Bica do melo	39°23'48''W	7°18'32''S	2,49 M ³ /h	Reproduzindo (2010)
50	Bica do melo	39°23'49''W	7°18'37''S	< 75	Reproduzindo (2005)

Fonte: Plano de Conservação do Soldadinho-do-Araripe (2011) e COGERH (2016)

De acordo com a tabela o município contém 30 fontes onde a espécie ainda consegue se reproduzir, 10 onde está ausente, 7 onde apenas está presente e não reproduz e 3 que foram ignoradas (figura 8).

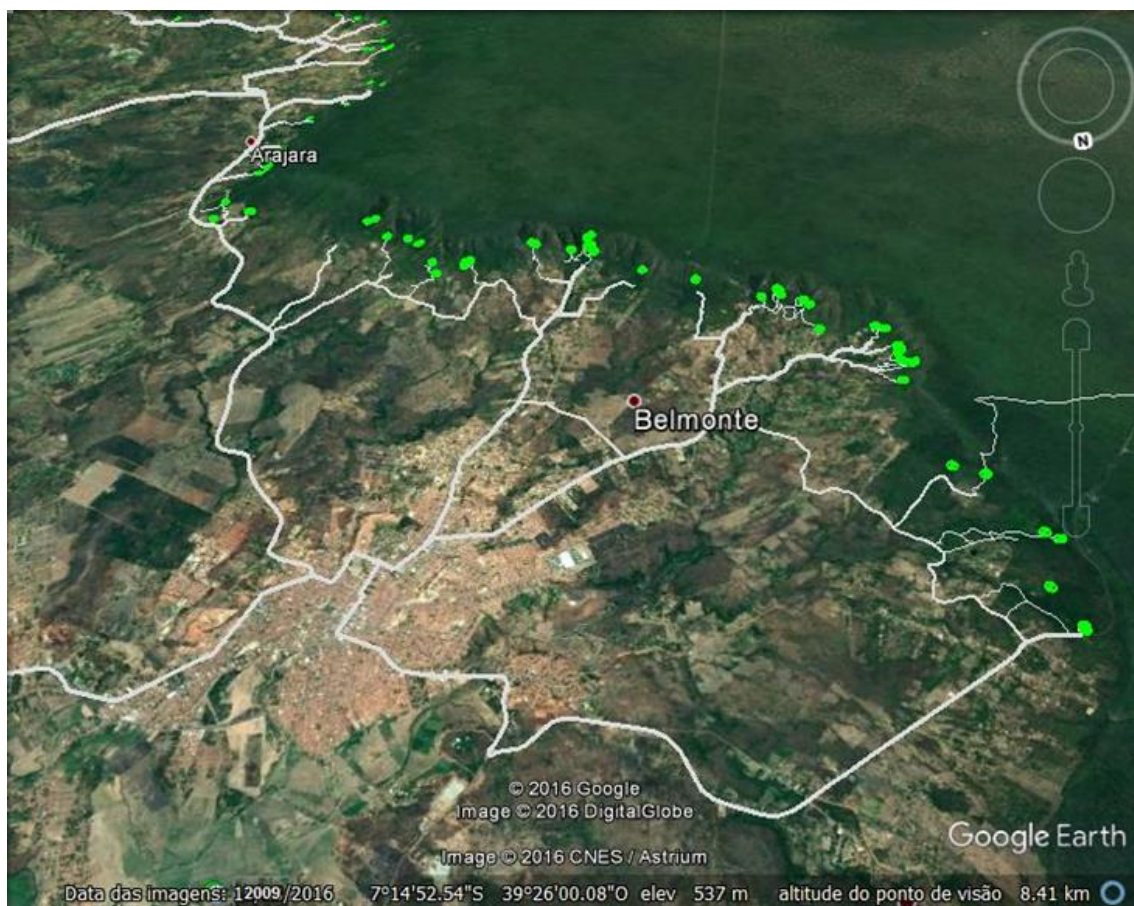


Figura 8: Fontes de ocorrência do Soldadinho-do-Araripe no município do Crato-CE
Fonte: Weber Girão

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - AS MUDANÇAS DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NO MUNICÍPIO DO CRATO NO PERÍODO DE 1984 A 2016

O NDVI no ano de 1984 (figura 9) feito através de imagens do Landsat5 no mês de agosto teve variação de -0.879 a 0.799 onde o menor valor corresponde a áreas sem vegetação, áreas de solo exposto ou áreas urbanas, e o maior valor áreas de vegetação densa e exuberante.

São identificadas extensas áreas com densidade vegetal elevadas em praticamente toda a encosta superior do Araripe – *locus* das fontes e, portanto, de endemia do Soldadinho-do-Araripe. Também os vales e interflúvios dos principais cursos d'água aparecem com densidade vegetacional significativas (Cores: verde escuro e verde claro).

O município tinha sua economia bastante voltada para a produção primária, na produção de cana de açúcar e derivados, sendo um importante polo comercial, mas já apresentava segundo IBGE (2014), contingente populacional expressivo (contando com cerca de 80 mil habitantes).

Na imagem, podemos identificar que os *locus* de endemia do Soldadinho-do-Araripe encontram-se restritos à parte mais elevada da encosta da Chapada do Araripe. Como afirmam RÊGO et al. (2010), com os sucessivos ciclos agrícolas e ocupação humana, a vegetação original foi removida até que restasse somente nos aclives, diminuindo o hábitat da espécie e acarretando uma redução de sua população. A baixa diversidade genética da espécie pode refletir uma perda de hábitat relativamente recente.

Segundo MENEZES (1986) nesta época começam a aparecer, nas duas saídas em direção ao Lameiro e Grangeiro, o surgimento de vivendas e chácaras habitadas e construídas por pessoas do Crato e cidades vizinhas, umas para fins de semana e outras para segunda residência.

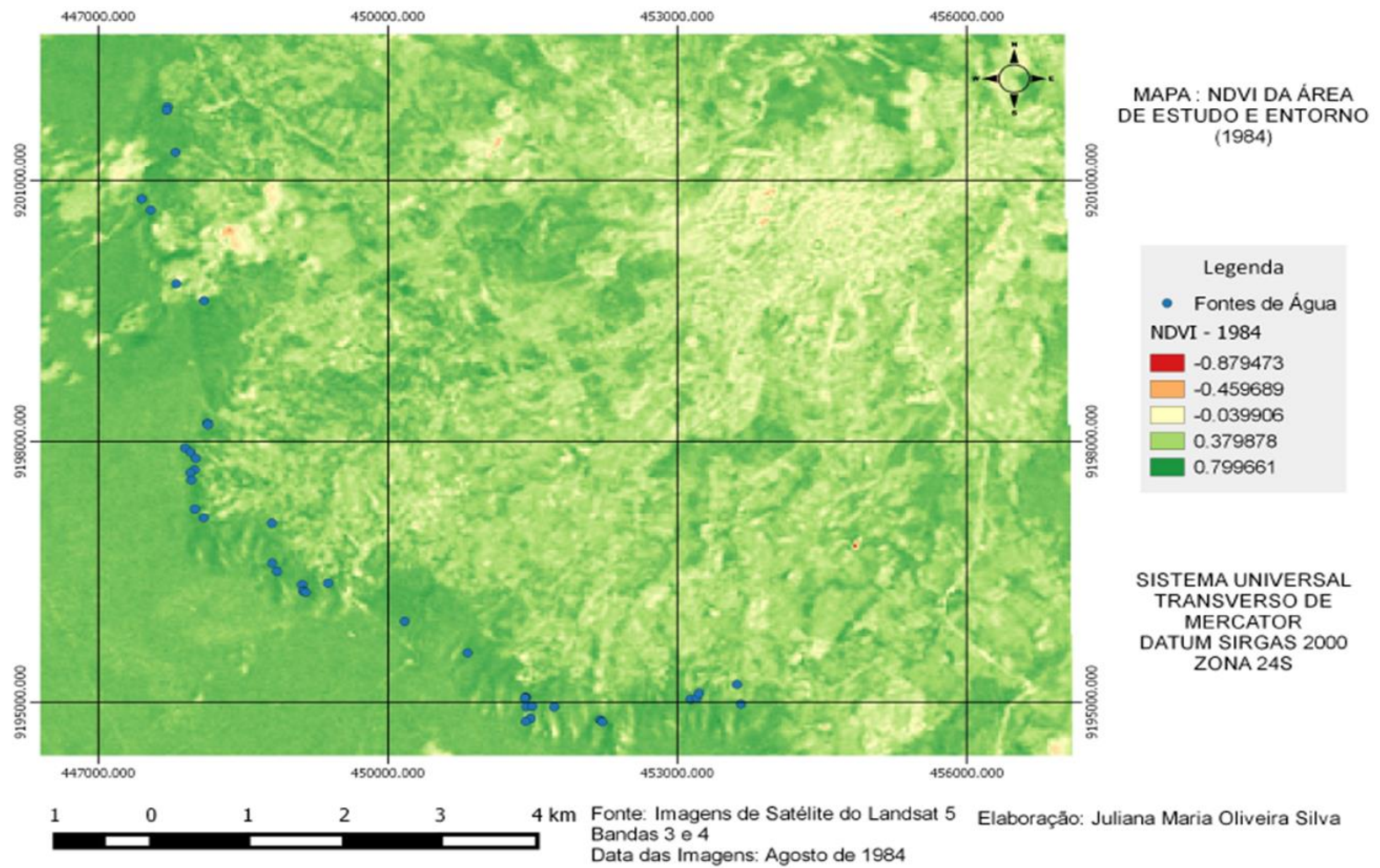


Figura 9: NDVI da área estudada utilizando imagens Landsat5 de agosto de 1984.

No ano de 1993 no mês de agosto o NDVI (figura 10) teve variação de -0.0627 a 0.599 demonstrando o aumento de áreas desmatadas e o crescimento do centro urbano. O ano de 1993 foi um ano de seca histórica com pluviosidade média de 568 mm isso pode interferir no índice de NDVI, pois o solo não acumula água suficiente para manter a vegetação verde por muito tempo.

Pode-se observar o aparecimento de áreas com menor índice de vegetação nos terrenos de encosta, em direção à cimeira da Chapada do Araripe, representadas por cores verdes mais claras e amarelas e laranjas.

O município do Crato, no começo da década de 90, contava com 90.519 habitantes, sendo a população da cidade de 57.714 cidadãos, segundo dados baseados no censo do IBGE (1991). No ano de 1991 o Crato tinha uma densidade demográfica de 88,23 hab./m². (IPECE 2016)

Houve um acentuado processo de crescimento urbano na cidade, com uma taxa de urbanização de 79,54% e surgimento de novos bairros e vários equipamentos urbanos. O número de domicílios cresceu, com acentuada elevação das taxas de abastecimento de água, instalação sanitária e coleta de lixo, sem, no entanto, haver um tratamento dos resíduos urbanísticos e de água potável (IPLANCE, 1995).

Segundo Oliveira (2010), a partir de levantamentos aerofotogramétricos da expansão urbana da cidade do Crato, pôde-se perceber que houve um acentuado processo de crescimento do tecido urbano, caracterizada por extrema fragmentação espacial, onde se visualiza a ocorrência de segregação social em virtude do aparecimento de bairros de classe média e alta nas áreas mais bem dotadas de infraestrutura e a presença de bairros pobres com péssimas condições de habitabilidade.

Estudos de Ribeiro (2004), indicam que em 1997 o Fundo de Desenvolvimento Industrial (FDI) incentivou a expansão de indústrias a áreas de interior, no mesmo ano a indústria Grendene se estabeleceu no município fazendo com que o crescimento urbano em seu entorno fosse acelerado e de grandes proporções ocupando áreas abaixo das encostas.

Porem conseguiu-se identificar que as áreas mais elevadas da encosta ainda não apresentam tantas áreas desmatadas, pois as áreas agrícolas ainda faziam grande parte da paisagem nesse espaço.

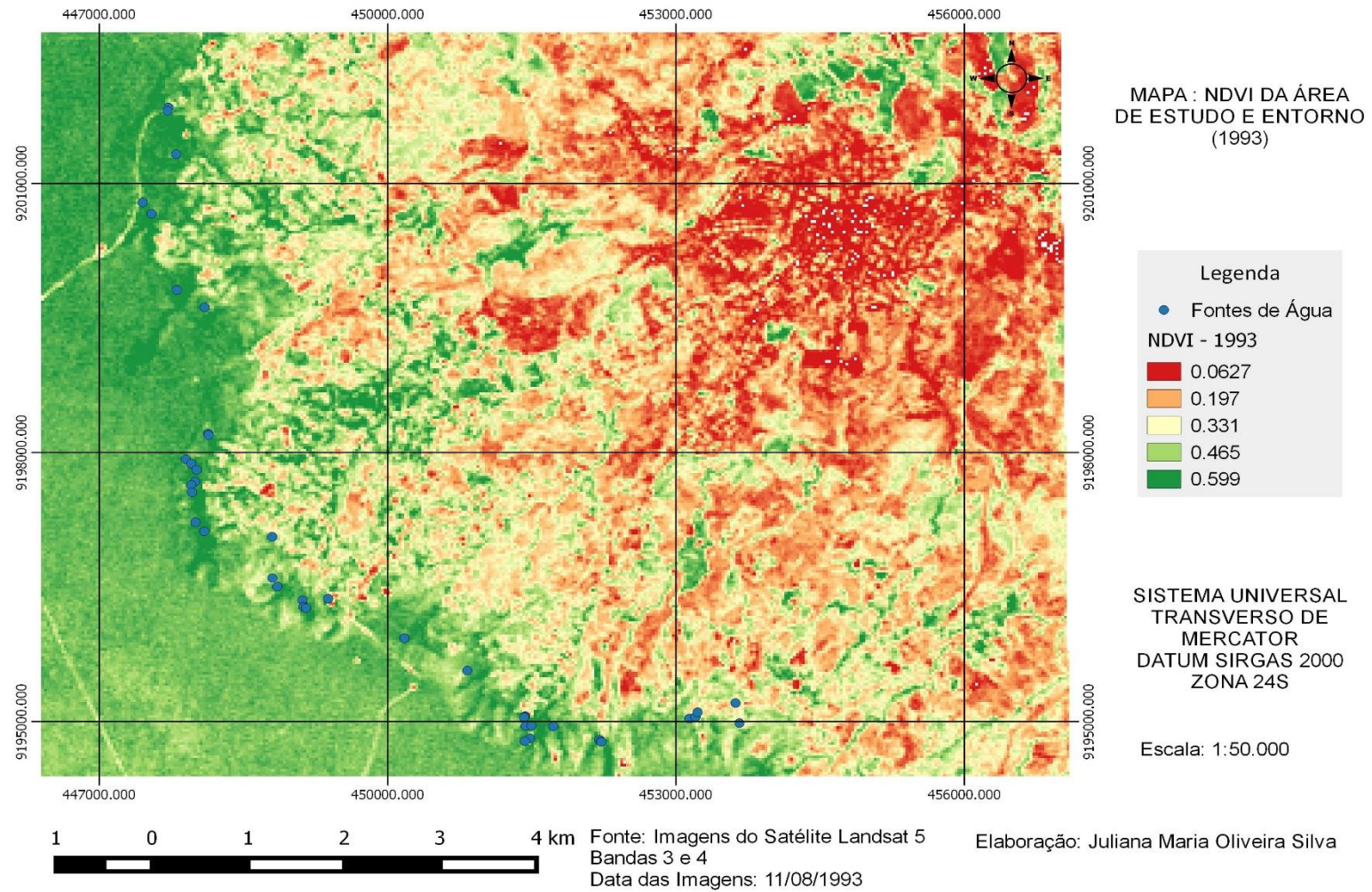


Figura 10: NDVI da área estudada utilizando imagens Landsat5 de agosto de 1993

O ano de 2003 apresentou um NDVI no mês de agosto entre -0.0401 e 0.644, observa-se mudança mais acentuada nos índices de vegetação nas áreas mais elevadas da encosta da Chapada do Araripe, quando as cores amarelas e laranjas já se impõem de forma mais significativa em especial sob forma de linhas ascendentes em direção à cimeira do relevo, identificando, assim, as construções e loteamentos de bairros, que substituíram as áreas de antigas chácaras.

Analisando-se o local de moradia dos habitantes dos municípios da Chapada do Araripe, constata-se que apenas em 1990 a população urbana sobrepujou a rural, mas esse processo de urbanização tardia se intensificou a partir de 2000 (NETO, 2013). Essa urbanização se deu a partir de incentivos do governo para as indústrias se instalassem no interior atraindo assim a população para os centros urbanos das cidades médias interioranas, como o Crato.

No ano de 2000 quando foi realizado o censo pelo IBGE o município contava com 104.646 habitantes, e uma taxa de urbanização de 80,19%.

No período de 2000 a 2004, o número de microempresas constituídas neste município evoluiu, revelando a importância desse segmento para a economia local. Ao todo nasceram 401 firmas: 40 no setor industrial, 62 no setor de serviços que se destaca como o setor de atividade com o maior número de empresas surgidas e 299 novas empresas no setor comercial. Esse fato deve-se pela maior facilidade para a sua constituição, além da exigência de menor especialização do empreendedor quando comprada às exigências do setor de serviços e do setor industrial. (LIMA, 2012)

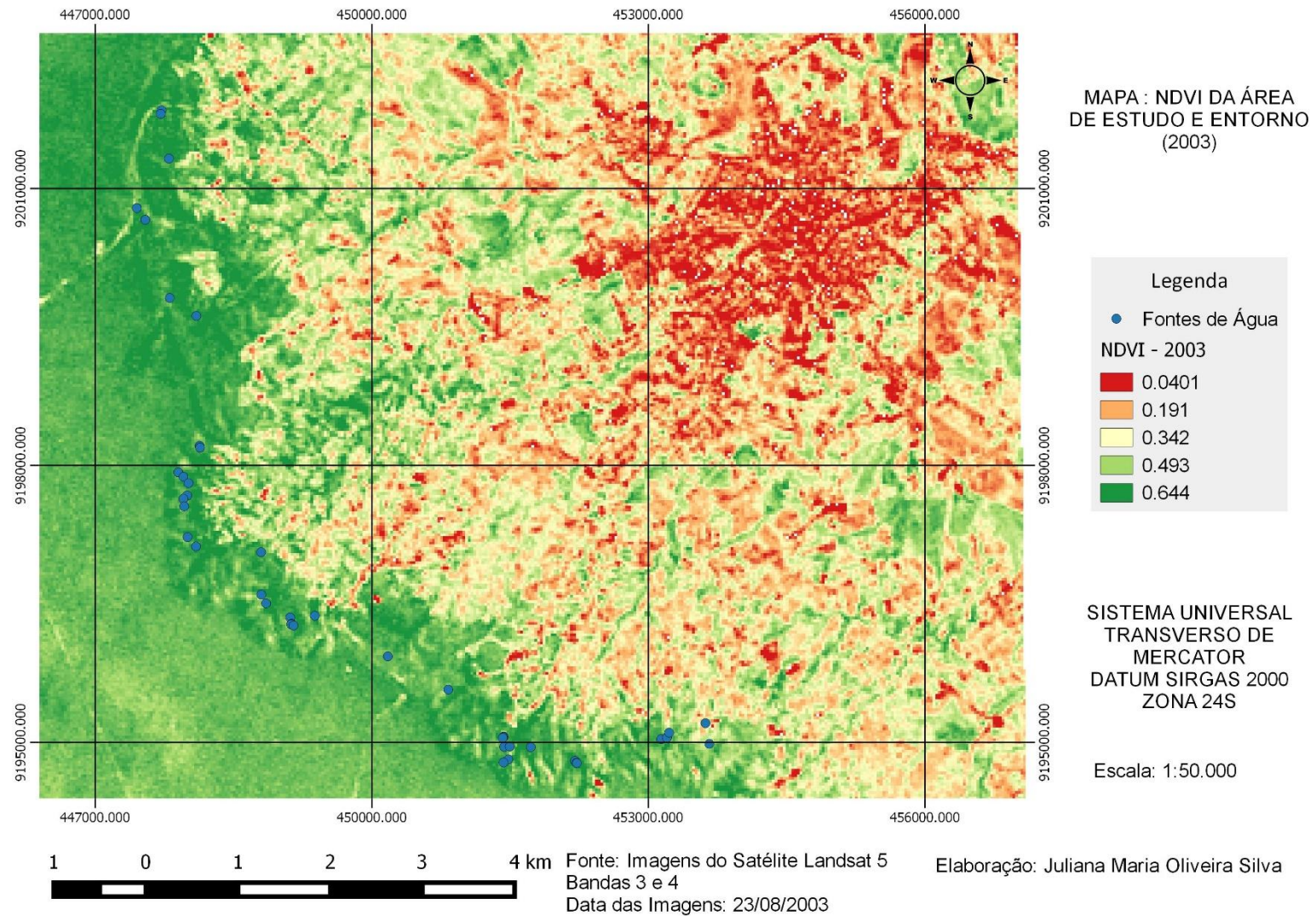


Figura 11: NDVI da área estudada utilizando imagens Landsat5 de agosto de 2003

No ano de 2011 no mês de agosto o NDVI variou entre -0.0443 a 0.669, nesse ano tivemos a maior chuva já registrada com média pluviométrica segundo dados da FUNCEME de 1.588 mm encerrando assim o período de seca. Porém causando destruição na cidade que não estava preparada para esse enorme volume de água, principalmente no comércio e em moradias próximas ao canal do rio Grangeiro, e ao próprio canal que ficou parcialmente destruído, a enxurrada também destruiu vários veículos e pontes de ferro e concreto. (REIS 2012)



Figura 12: Fortes chuvas em 2011 no Crato. Fonte: Blog do Crato.

Segundo Silva e Linhares (2011) a região do cariri cearense por ser um oásis no semiárido e por essa razão apresentar condições de crescimento agrícola e econômico, se tornou conhecida como segunda região metropolitana no ano de 2009, com uma população de 560.000 habitantes, sendo que 37% viviam nos municípios de ocorrência do Soldadinho-do-Araripe.

Em 2010 segundo o IPECE a população residente na área urbana já sobrepujava e muito a população residente na área rural com uma diferença de 66,22%.

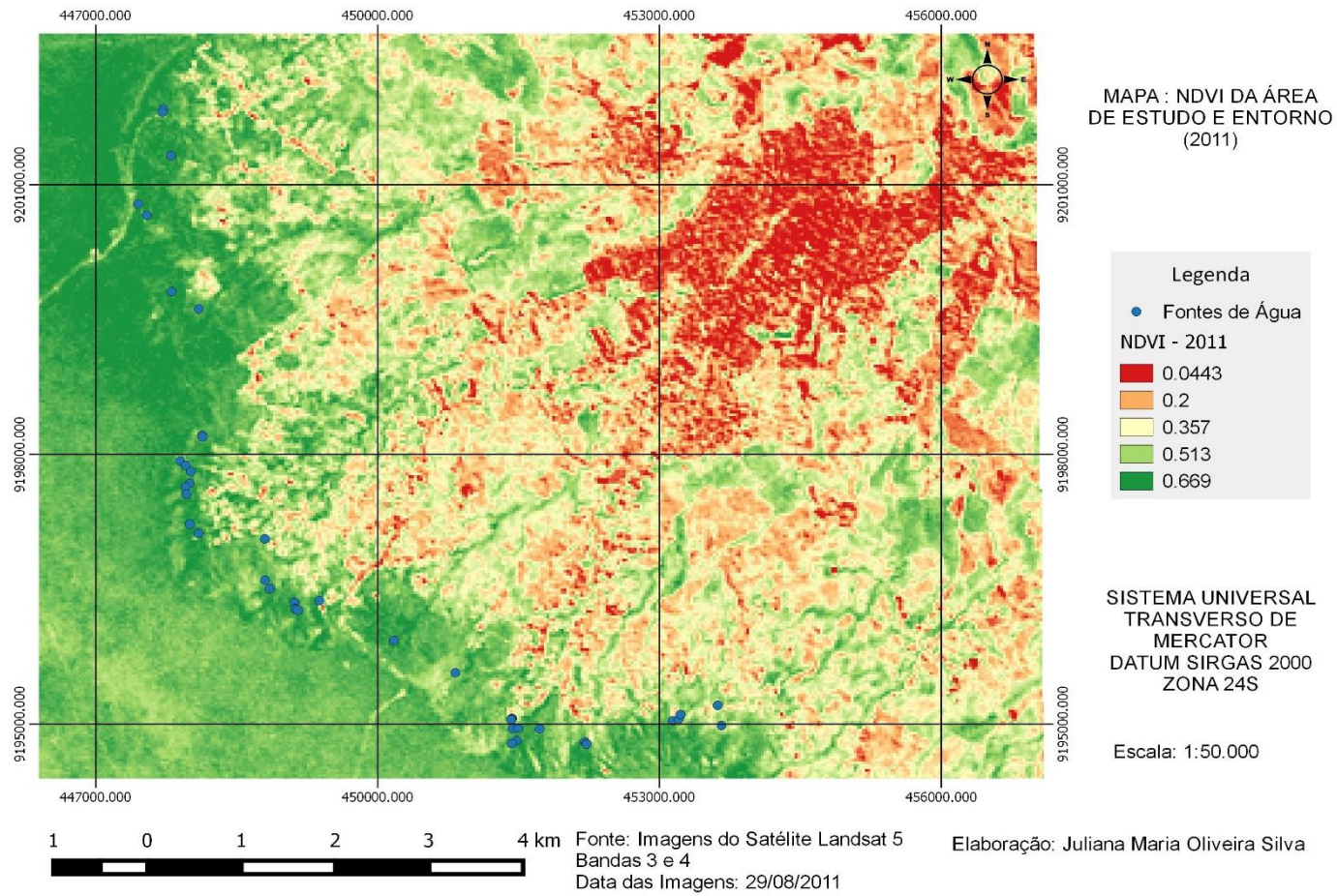


Figura 13: NDVI da área estudada utilizando imagens Landsat5 de agosto de 2011

Chegando finalmente ao ano de 2016 com imagens obtidas de um novo satélite o Sentinel -2 utilizando as bandas 4 e 8 para o cálculo do NDVI obteve-se uma variação de -0.168 a 0.801, uma explicação para o aumento do valor de áreas florestadas é a nitidez e melhor eficiência do satélite em captar a refletância do infravermelho, porém já se vê a grande diferença sobre o valor de áreas expostas e sem vegetação.

Nesta imagem (figura 12) as áreas com menores índices de vegetação – nas cores laranja e amarela – assim como as de solo exposto/construção/corpos hídricos (em vermelho) aparecem de forma bem mais espalhadas e adensadas em boa parte da área focada. Às vegetações mais adensadas, identificadas pela cor verde escuro, se restringe às margens de alguns cursos fluviais e às áreas mais altas da encosta da Chapada do Araripe, assim como sua cimeira.

Pode-se observar que a área de endemia do Soldadinho-do-Araripe aparece com vegetação ainda menos densa, com vários pontos com coloração amarela (o que reflete, no mínimo, vegetação de baixo porte/agricultura). Inclusive, já se observa contato de áreas de cor laranja (que refletem índices de vegetação bastante baixos) com algumas fontes onde a espécie focada utiliza como área de endemia.

Segundo aponta o IPECE (2016) no ano de 2015 o município contava com 466 empresas industriais ativas e 2.308 estabelecimentos comerciais, e uma densidade demográfica de 104,87 hab./m². O maior crescimento da economia deu-se pelo aumento do comércio da região muito influenciado também pela sua cidade vizinha Juazeiro do Norte.

O município em 2010 segundo dados do censo realizado pelo IBGE tinha 121.428 habitantes e uma taxa de urbanização de 83,11 % segundo dados do IPECE (2011), já em 2016 contava com uma estimativa de 129.662 habitantes.

Vemos o surgimento de diversos loteamentos que se estabelecem próximo às áreas de preservação da APA, não por menos a cidade cresce em direção a essas áreas.

“No entanto, o fator principal para a expansão urbana na baixa encosta foi a instalação de clubes recreativos próximos à linha de nascentes. A partir de então, a baixa encosta passa a ser loteada para construção de granjas e chácaras de veraneio e/ou moradia de pessoas com alto poder aquisitivo.” (RIBEIRO, 2004, p.115)

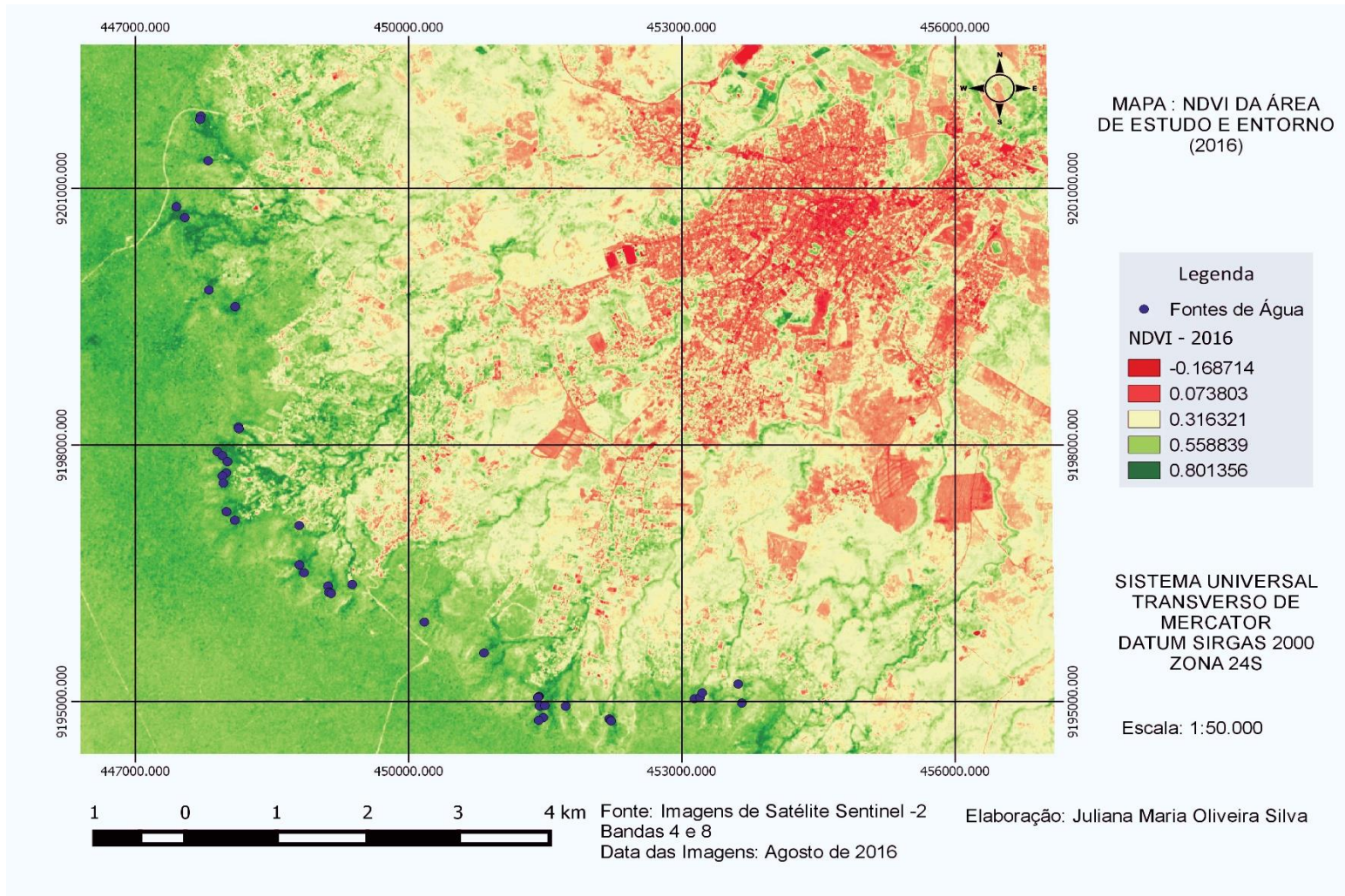


Figura 14: NDVI da área estudada utilizando imagens Sentinel-2 de Agosto de 2016

Quando fazemos uma comparação das imagens de 1984 a 2016 (figura 13), é notório o avanço dos usos urbanos do solo nas áreas próximas às da endemia do Soldadinho-do-Araripe. Comparando-se as imagens, vê-se claramente a mudança de coloração – e, portanto, de exposição do solo – a cada década, em toda a imagem.

A coloração amarela e laranja indicam índices de vegetação muito baixos e vão sendo encontradas com densidade cada vez maior a cada década que passa. A exceção ocorre no ano de 2004, quando são observadas áreas com maior densidade de vegetação em comparação com 1994. Isto é explicado devido a 2004 ter sido um ano com chuvas excepcionais no Cariri e, assim, ter provocado um aumento considerável na densidade vegetal. É a partir de 1994 que as áreas de endemia do Soldadinho-do-Araripe começam a apresentar mudança de índices de vegetação, diminuindo consideravelmente na última década.

Isto deve-se, principalmente pelo fato do aumento populacional do município e pela sua urbanização. Assim, entre os anos de 1970 a 2010 houve uma taxa de crescimento populacional de 71,03 % ficando atrás somente do município de Barbalha e de Brejo Santo que no mesmo período tiveram respectivamente uma taxa de 118,1 e 107,8, o município do Crato em 1991 tinha uma taxa de urbanização de 77,64%, já em 2000 apresentou uma taxa de 80,19% e no ano de 2010 de 83,11% (IBGE, 2011). A tabela abaixo (tabela 2) apresenta todos índices de NDVI de todos os anos estudados para todas as categorias aplicadas.

Tabela 2: Índices do NDVI.

1984	1993	2003	2011	2016
0.879473	0.0627	0.0401	0.0443	0.168714
0.459689	0.197	0.191	0.2	0.073803
0.039906	0.331	0.342	0.357	0.316321
0.379878	0.466	0.493	0.513	0.558839
0.799661	0.599	0.644	0.669	0.801356

O gráfico abaixo apresenta o percentual de áreas vegetadas e sem vegetação em cada ano, pode-se perceber que a medida que as áreas verdes diminuem as áreas desmatadas crescem.

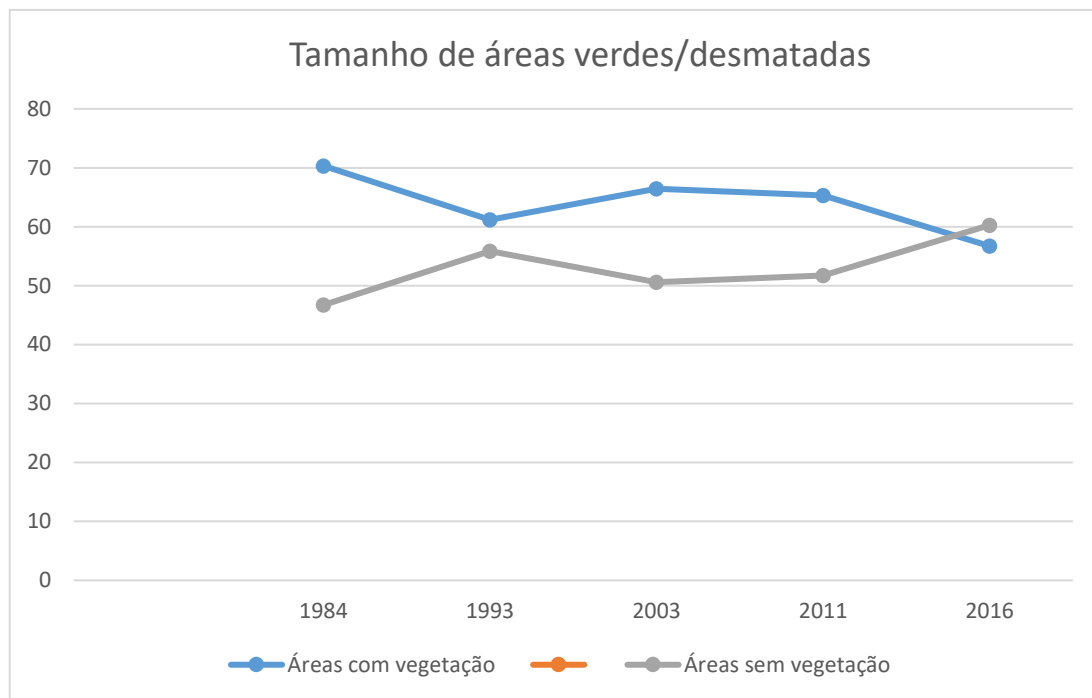


Gráfico 1: Tamanho de áreas com/sem vegetação

Porem percebemos grande diferença na perda de áreas vegetadas que no ano de 1984 tinha 70,33km² e no ano de 2016 apenas 56,72km² uma perda de aproximadamente 13,61km² em 32 anos. Enquanto que as áreas sem vegetação em 1984 representavam 46,72km² já em 2016 60,27km², um aumento significativo quando se pensa na restrita área de ocorrência da espécie estudada.

A tabela 3 contém todas as porcentagens de áreas com/sem vegetação de todos os anos estudados, reforçando o que foi visto no gráfico.

Tabela 3: Quantificação das áreas com/sem vegetação nos não estudados.

	1984	1993	2003	2011	2016
Áreas com vegetação	70,33km ²	61,18km ²	66,46km ²	65,32km ²	56,72km ²
Áreas sem vegetação	46,72km ²	55,86km ²	50,59km ²	51,73km ²	60,27km ²

No ano de 1993 as áreas sem vegetação apresentam um aumento pela grave seca sofrida, a maior diferença é vista como já foi dito a partir dos anos 2000 quando a porcentagem de áreas sem vegetação aumenta aproximadamente 9km² em 16 aos.

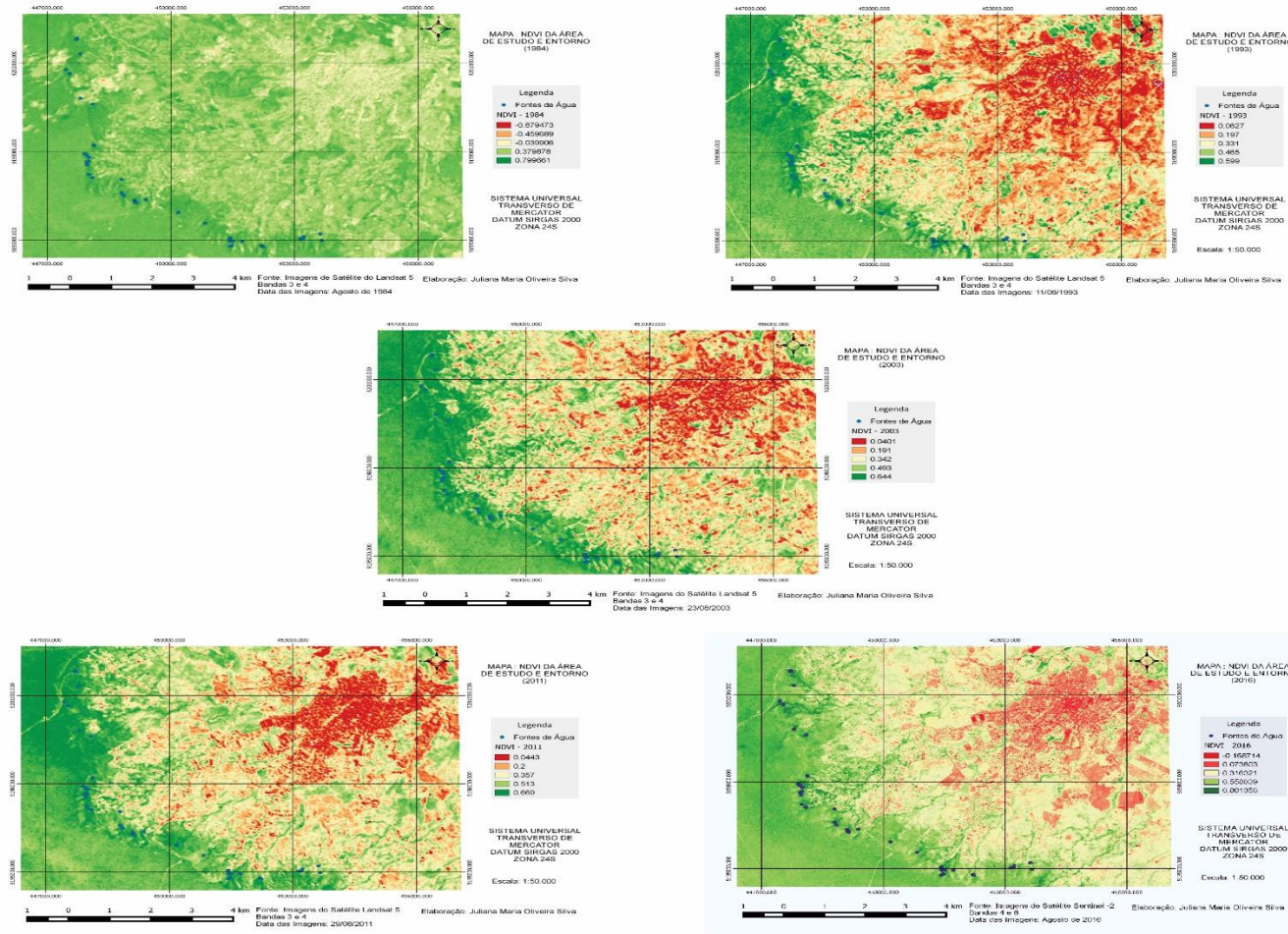


Figura 15 – Evolução do crescimento urbano da cidade do Crato (1984-2016)

4.2- MUDANÇAS NO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO PARA IDENTIFICAÇÃO DOS LOCAIS DE HABITAT DA ESPÉCIE ONDE EXISTE DESMATAMENTO E FRAGMENTAÇÃO

O uso inadequado do solo vem acarretando diversos problemas ambientais, tais como, o comprometimento de fontes e mananciais de água, degradação de habitats naturais, erosão, enchentes e assoreamento dos corpos hídricos. Estes estão diretamente ligados a um mau gerenciamento do espaço, que por estar desprovido de algum critério técnico ou projeto ambiental, tal como um zoneamento do solo, não respeitam a capacidade de suporte da natureza (LEITE et al., 2010).

O mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal, mediante a utilização de técnicas de geoprocessamento, representa importante instrumento para o planejamento e administração da ocupação do meio físico, possibilitando a avaliação e o monitoramento do mesmo, a fim de garantir a conservação de seus recursos naturais (BORGES 2008).

A figura 15 traz o mapa de uso e ocupação do solo, o qual mostra o avanço das áreas de ocupação urbana sobre os locais de água subterrânea de ocorrência do Soldadinho-do-Araripe, chegando muitas vezes a sobrepujar essas áreas. Assim como as áreas de solo exposto (isento de cobertura) as quais representam riscos à conservação das fontes e também pela perda da vegetação circundante que é de extrema importância a espécie.

É possível verificar também pontos em que há uma maior preservação da vegetação nativa que pode ser resultado da declividade de algumas áreas, impossibilitando a ocupação.

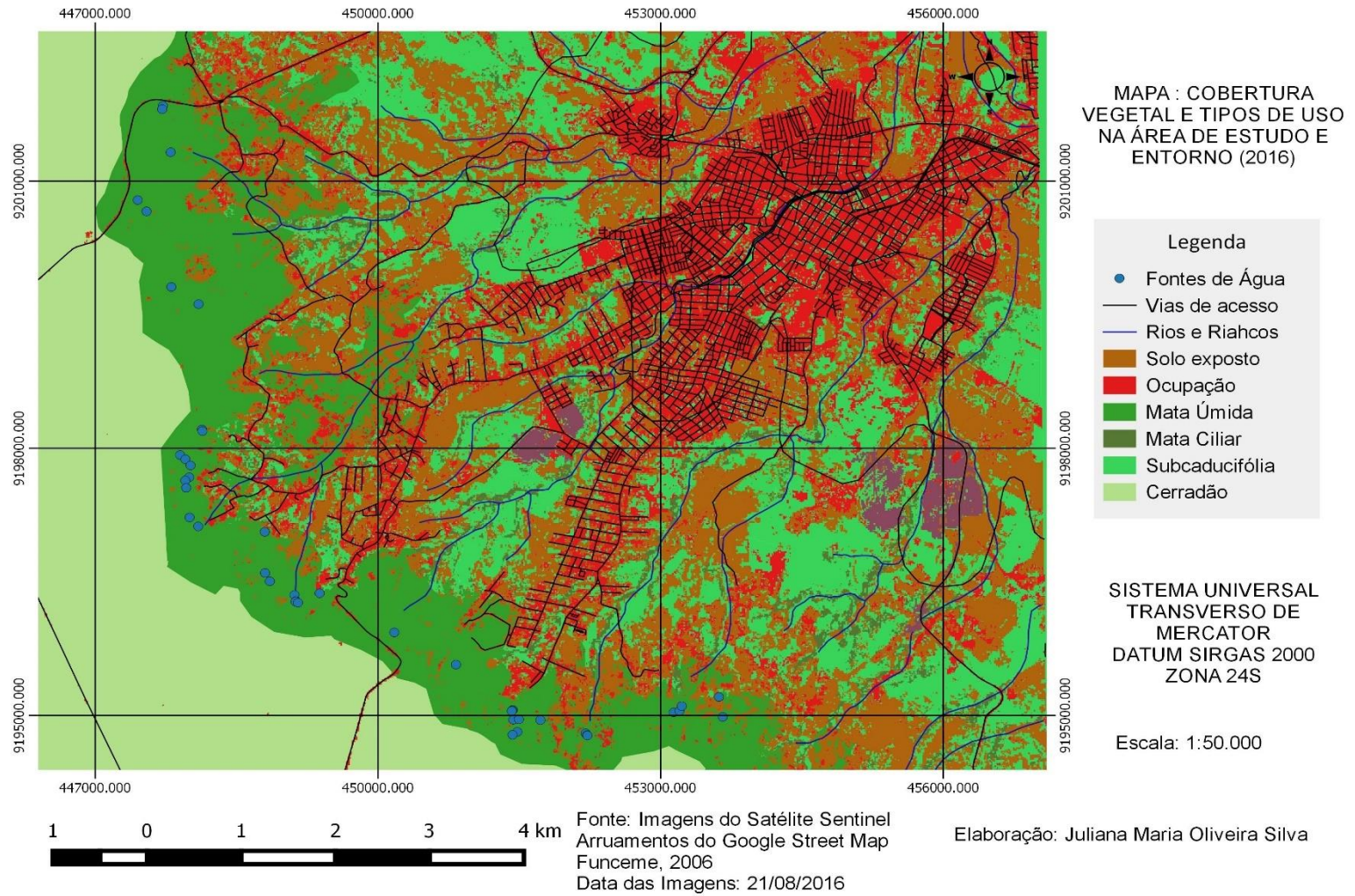


Figura 16: Mapa de uso e ocupação do solo Fonte: Juliana Maria Oliveira

4.3 – ANALISE DA PRESSÃO ANTROPICA NO HABITAT E NA ESPECIE: PRINCIPAIS CAUSAS

O município do Crato, no começo da década de 90, contava com 90.519 habitantes e hoje o município tem quase 130 mil habitantes (Quadro 1), com um crescimento estrutural, populacional e empresarial surpreendente em pouco tempo. Segundo dados do IPECE (2016) a densidade demográfica em 1991 era de 83,23 hab./m², e já em 2010 passou para 104,87 hab./m², com uma taxa de urbanização em 2010 de 83,11 %. Talvez por sua parcela na história do comércio agrícola na região e por possuir muitos recursos que não são encontrados com facilidade em seu entorno, principalmente a água.

Tabela 4: Crescimento populacional do município do Crato (1980-2014)

ANO	POPULAÇÃO
1980	80.677
1991	90.519
1996	95.521
2000	104.646
2003	106.533
2010	121.428
2014	127.657
2016*	129.662

Fonte: IBGE. Cidades, 2014; IPECE 2016/*Estimativa

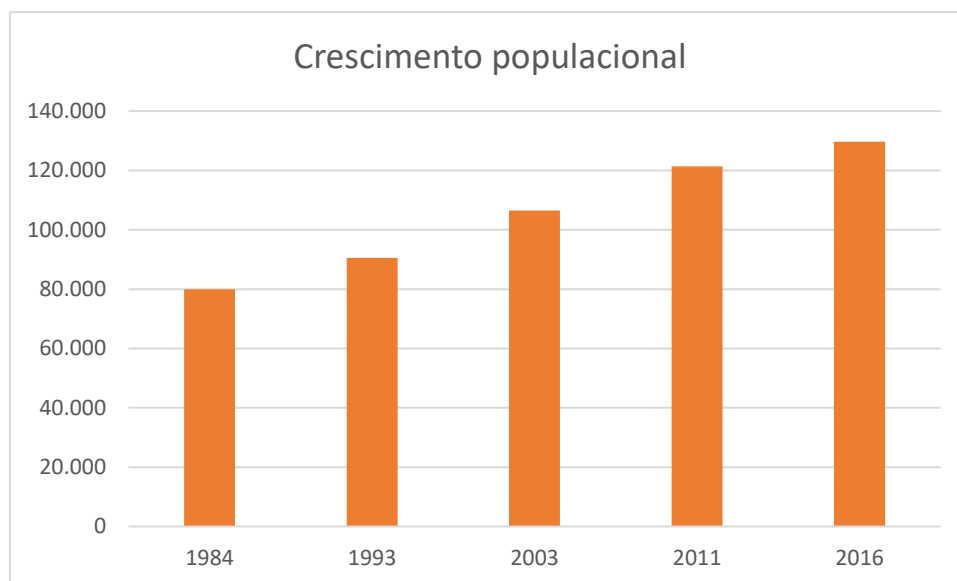


Gráfico 2: Crescimento populacional. Dados do IPECE (2016)

Tamanho crescimento sem ordenamento não poderia ter resultados diferentes, e grandes foram as perdas em biodiversidade e recursos florestais. No que se diz respeito a água temos a diminuição da vazão de diversas fontes o que já era esperado. Porém há também o esgotamento total de algumas delas o que pode ser o começo do fim da abundância desse recurso na região.

Não menos preocupante é a invasão de territórios pela especulação imobiliária causando fragmentação e desmatamento em áreas que deviam ter outra finalidade. Exatamente pela falta de ordenamento esse crescimento se deu de forma errada e desenfreada, o que hoje fica mais que evidente quando percebemos que a cidade cresce em direção a encosta da APA Chapada do Araripe.

A inclusão do Soldadinho-do-Araripe na lista de aves ameaçadas da BirdLife International (2000) considerou seu *status* como Criticamente em Perigo (CR) de extinção, e desde então, permanece em tal condição em todas as listas subsequentes, incluindo a Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (MMA, 2003) e listas vermelhas internacionais de 2000, 2004, 2008 e 2009 (IUCN, 2010).

A principal causa da possível extinção do Soldadinho-do-Araripe é a perda do seu habitat, provocada pela perda da vegetação e degradação das nascentes e córregos.

A baixa diversidade genética da espécie pode refletir uma perda de hábitat relativamente recente (RÊGO *et al.*, 2010).

A perda do habitat está ligada a atividades como:

1 - O crescimento populacional e consequentemente imobiliário, que precisa de novas áreas para construções, no ano de 1991 o Crato tinha 90.519 habitantes já no ano de 2010 tinha 121.428 e em 2016 estava com 129.662 habitantes um aumento significativo em apenas 25 anos.

2 - A retirada de plantas nas áreas de mata ciliar dos córregos agrava a situação. A remoção destas plantas, atividade corriqueira na região, especialmente no período seco (abril-novembro), tem por finalidade permitir o melhor escoamento das águas para abastecimento da população e irrigação de pequenas culturas, sendo extremamente prejudicial ao Soldadinho-do-Araripe, visto que estes substratos estão relacionados com o ciclo reprodutivo desta espécie. É de suma importância que tal informação seja divulgada e o manejo nos cursos d'água seja realizado com a cautela necessária para evitar a destruição dos ninhos deste pássaro tão ameaçado (LINHARES *et al.*, 2010).

3- A utilização quase total da água das fontes e a diminuição da vazão das diversas fontes onde ele ocorre, faz com que a espécie não consiga realizar seu nicho incluindo sua reprodução de forma efetiva já que ocorre de forma dependente da água.

O uso da água das fontes na região agrava a situação principalmente para a espécie do Soldadinho-do-Araripe, pois o mesmo requer um nicho especial para sobreviver, e já que todo o nicho do Soldadinho-do-Araripe se dá em torno das fontes e córregos, sem tais recursos sua conservação seria impossível.

Além do decréscimo na vazão das águas, o encanamento total desde a nascente (figura 18) inibe ou cessa a reprodução da espécie, ferindo o Código Florestal que proíbe tal atividade a menos de 50 m destes pontos. A análise dos dados demográficos do Soldadinho-do-Araripe permite estimar quantos exemplares existiam quando ainda havia reprodução em todas as fontes de ocorrência atual da espécie. Este número corresponde a 936, indicando o declínio de 17% da população em função de encanamentos irregulares. A combinação do desmatamento com encanamentos corresponde a 36% de declínio, com a estimativa original de 1224 exemplares (SILVA e LINHARES 2011).

Não podemos deixar de pensar na população que vive no entorno desta UC e que necessita dessa água, porém a vazão das nascentes está diminuindo cada vez mais, isso seria menos agravante se houvesse um tratamento adequado da água no município.

A nascente mais emblemática deste declínio é a da Batateira, no município do Crato, sendo uma das únicas três fontes da Chapada do Araripe com volume superior a $340\text{m}^3/\text{h}$. Calcula-se que, desde 1854 até hoje, esta fonte mantenha apenas 23% da sua vazão original, com prognósticos de que possa se exaurir por volta do ano 2025 (KEMPER et al., 1996). O caso da fonte da Batateira ilustra o processo que ocorre com as demais nascentes e tal declínio é diretamente relacionado com o manejo florestal na região (MENDONÇA; et. al; 2009).



Figura 17: Encanamento da água das fontes. Fonte: Imagem do autor.

A exploração da água ainda é perceptível através dos muitos balneários e clubes que se estabelecem no entorno da UC e utilizam esse recurso para ganhos privados, deixando assim de haver uma utilização justa por parte da comunidade ali existente. É necessário que se faça uma intervenção na comunidade para explicar e dialogar sobre melhores formas de manejar essas áreas.

No caso do Soldadinho-do-Araripe além de todo o seu nicho estar ligado à água dessas nascentes, eles possuem uma característica na sua reprodução em que a umidade interfere na eclosão de seus ovos, sendo talvez por isso que fontes e córregos muito perturbados podem apresentar indivíduos da espécie, porém os mesmos não conseguem reproduzir.

Outro caso que pode ser percebido é a falta de conexão entre algumas fontes impossibilitando que espécimes jovens migrem para outras áreas distantes de seus pais para evitar consanguinidade e maior competição entre recursos. Animais que nichos ecológicos tão específicos são os mais difíceis de serem preservados por seu manejo ser tão difícil, e por ser complicado igualar as condições do seu habitat.

Assim, as unidades de conservação (ou locais específicos de endemias, como no caso do Soldadinho-do-Araripe) precisam estar interligadas as suas áreas periféricas para evitar seu isolamento genético e fragmentação, que podem levar, aliás, ao fracasso parcial ou total do objetivo de conservação proposto (DIOS e MARÇAL 2009).

Corroborado a isso temos que o Soldadinho-do-Araripe possui uma área de ocorrência limitada, ou seja, é encontrado somente nessa área geográfica restrita, e se essa área for perturbada pelas ações do homem então essa espécie pode tornar-se extinta, por isso tudo sabemos hoje que a maior causa de extinção de espécies é pela perda do seu habitat.

Ao tornar-se padrinho do Soldadinho-do-Araripe, o grande divulgador da biologia da conservação, Sir David Attenborough, disse: "Não temos o direito de exterminar as espécies que evoluíram sem nós. Temos a responsabilidade de fazer tudo o que pudermos para preservar a sua existência".

5 – CONCLUSÃO

O reconhecimento do Cariri cearense como uma região metropolitana reflete seu intenso desenvolvimento econômico recente, com grandes intervenções de infraestrutura que precisam ser suficientemente discutidas, sob o risco, no caso contrário, de afetar a continuidade dos serviços ambientais que viabilizam seu próprio crescimento.

As mudanças no uso e ocupação da terra em todo o período estudado demonstram o evidente aumento populacional e territorial urbano, também do crescimento empresarial da região, que sem um ordenamento invade áreas essenciais à conservação da espécie do Soldadinho-do-Araripe.

Porém não necessariamente de forma direta, mas também de forma indireta podem afetar as áreas de proteção, por meio da necessidade cada vez maior de recursos naturais para matéria prima e exploração.

Durante a realização do trabalho contatou-se que o Soldadinho-do-Araripe se restringe a uma área pequena, as mesmas possuem também características únicas que proporcionam um habitat e um nicho ecológico muito específicos. O que torna muito difícil sua reprodução em cativeiro para possível repovoação da espécie. Esses locais apresentam ainda grande atividade humana, por conta disso a espécie sofre com intensas e diversas perturbações.

Principalmente áreas que antes eram de uso agrícola deram lugar a loteamentos e residências, impulsionando a ocupação dessas áreas também por prédios. Não por menos o antigo estabelecimento de clubes e balneários fizeram a população voltar sua atenção a estas áreas e a partir daí a ocupação só tem crescido. Pode-se perceber que essa intensa urbanização se deu após os anos 2000 com o estabelecimento de empresas, que tornaram as áreas mais atrativas para a população em geral.

As áreas de encosta estão inseridas nessas áreas de desordenamento municipal, e são exatamente as áreas de habitat do Soldadinho-do-Araripe podemos ver as várias formas de pressão antrópica que a espécie sofre a principal delas é a perda do seu habitat corroborado a isso o uso da água, recurso inestimado para a espécie estudada, piora ainda mais a situação o seu uso é diverso como abastecimento de residências, de clubes e balneários, utilização para empresas, lavagem de roupa nos locais de córrego, o que causa a poluição da água, e principalmente o encanamento total da fonte impossibilitando a sobrevivência da biota naquele local.

Esses locais de afloramento de água são exatamente os locais de ocorrência da espécie e concomitantemente são os principais locais de pressão, não menos importante a devastação de áreas de mata úmida remanescentes na baixa encosta diminuem ainda mais a sua área de ocorrência. Pouco espaço de sobrevivência proporciona uma competição maior entre indivíduos da espécie por alimento, território principalmente, e

reprodução. E quanto maior a competição menor é o crescimento populacional o que pode ser comprovado no censo realizado pelo Projeto Soldadinho do Araripe no ano de 2016.

Com o uso das imagens de satélite e do NDVI podemos ver a redução da densidade vegetal do município mais voltado para a área de estudo com uma redução de -0.87 à -0.16 uma diferença de mais ou menos -0.71 num período de apenas 32 anos. Evidenciando a grande perda de áreas florestadas num curto período de tempo, e também podemos verificar áreas de desmatamento e fragmentação do habitat da espécie estudada. Portanto todas essas ações têm impacto ambiental, socioeconômico e cultural, pois trazem a perda de aspectos ambientais de alto valor para a população como um todo.

Ao preservar o habitat do Soldadinho-do-Araripe não iríamos salvar apenas essa espécie em questão, mas sim diversas outras que estão inseridas no ecossistema, por exemplo espécies de abelha sem ferrão como a urucu-de-chão (*Melipona quinquefasciata*)(CITAR O AUTOR) que também ocorrem na área de mata úmida, também diversas espécies de anfíbios como a cobra-cega (*Siphonops cf. paulensis*) (CITAR O ROBSON)que também ocorre nas áreas de mata úmida e diversas outras, de uma possível extinção local e no caso do Soldadinho-do-Araripe extinção total já que é uma espécie endêmica, assim como também prevenir que haja deslizamentos de terra da encosta, além de conservar as nascentes garantindo assim um bom abastecimento de água na região.

Então além da sua relevância ecológica como dispersor de sementes, e como ponto chave para a preservação das águas e de outras espécies, ainda vemos que vem sendo utilizado pela sociedade como símbolo da região, pena que esse elo não revela uma sociedade que cuida do ambiente em que vive.

Se nada for feito para que tenhamos uma conservação efetiva da espécie ela poderá ser extinta mais rápido do que pensamos, sendo preciso que haja uma associação entre o poder público e a sociedade, para que não tenhamos um símbolo vazio, uma imagem do que um dia existiu e não fomos capazes de conservar. Estudos como esse são cada vez mais necessários para entendermos a dimensão da nossa intervenção no ambiente natural.



Figura 18: Soldadinho como símbolo nacional. Fonte: www.oestadoce.com.br



Figura 19: Brasão da UFCA tendo como símbolo o Soldadinho-do-Araripe. Fonte: www.ufca.edu.br

6- REFERENCIAS

ALBUQUERQUE, E. L. S.; MEDEIROS, C. N.; GOMES, D. D. M.; CRUZ, M. L. B. (2012). **Sig web ceará em mapas interativos, novas ferramentas na cartografia escolar**. Mercator, v.11, n.24, p.253-269.

ANDRADE·LIMA. D. de. 1966. Vegetação. **IBGE. Atlas Nacional do Brasil**. Conselho Nacional de Geografia. Recife-PE

ÁNGELES, R. Y GIL, V. “**Identificación del grado de transformación antrópica y riesgo ambiental em cuencas fluviales serranas. El caso de la cuenca del arroyo El Belisario (Argentina) ”**, Revista GEOFOCUS (Artículos), nº 6, p. 138-151. ISSN: 1578-5157.2010

AQUASIS; IBAMA; OAP; BIRDLIFE INTERNATIONAL; SAVE BRASIL; UFPA. 2006. **Plano de Conservação do Soldadinho-do-Araripe (*Antilophia bokermanni*)**. Aquasis: Caucaia.

AZEVEDO Jr., S. M.; NASCIMENTO, J. L. X. & NASCIMENTO, I. L. S. 2000. **Novos registros de ocorrência de *Antilophia bokermanni* Coelho e Silva, 1999 na Chapada do Araripe**. Ceará, Brasil. **Ararajuba**, 8(2): 113-121.

BARET, F., & GUYOT, G. **Potentials and limits of vegetation indices for LAI and APAR assessment**. Remote Sensing Environment, v.35, p.161–173, 1991.

BRAGA, C. C.; BRITO, J. I. B.; SANSIGOLO, C. A.; RAO, T. V. R. **Tempo de resposta da vegetação às variabilidades sazonais da precipitação no Nordeste do Brasil**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.11, n.1, p.149-157, 2003.

BRAGA, C. C.; NEVES, D. G.; BRITO, J. I. B. **Estimativa da fração vegetação no leste da Bahia no período de 1982 a1999**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, RS, v.14, n. Submetido, p.252-260, 2006.

BRASIL. **Lei Nº 6.398 de 31 de Agosto de 1981**. Publicada no diário oficial da união em 02 de Setembro de 1981.

BRASIL. **Lei Nº 9.985 de julho de 2000**. Publicada no diário oficial da união em 31 de Agosto de 2000.

BRASIL. **Decreto federal Nº 5587 de 4 de agosto de 1997.**

CAVALCANTI, A. C.; LOPES, O. F. **Condições edafoclimáticas da Chapada do Araripe e viabilidade de produção sustentável de culturas.** Brasília: EMBRAPA/SPI, 1994.

CRAW, R.C., J.R. GREHAN & M.J. HEADS. 1999. **Panbio geography; tracking the history of life.** Oxford University Press, New York.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em geografia.** São Paulo, Editora Hucitec, 1979

DAUGHTRY, C. S. T., GALLO, K. P., GOWARD, S. N., PRINCE, S. D., & KUSTAS, W. D. **Spectral estimates of absorbed radiation and phytomas production in corn and soybean canopies.** Remote Sensing Environment, v.39, p.141– 152, 1992.

DAUGHTRY, C. S. T., WALTHALL, C. L., KIM, M. S., Brown; C. E., & MCMURTREY III, J. E. **Estimating corn leaf chlorofila concentration from leaf and canopy reflectance.** Remote Sensing Environment, v.74, p.229– 239, 2000.

DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral. 1996. **Projeto avaliação hidrogeológica da bacia sedimentar do Araripe.** DNPM: Recife.

FORNASARI FILHO, N. & BITAR, O.Y. **O meio físico em estudos de impacto ambiental-EIAs.** In: BITAR, O.Y. (Coord.). Curso de geologia aplicada ao meio ambiente. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE) e Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), 1995. Cap. 4.1, p.151-163.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais.** Oficina de textos, 2002. São Paulo. 97p

FLORENZANO, T. G. **Sensoriamento remoto para geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FUNCEME. **Zoneamento geoambiental do estado do Ceará: parte II Mesorregião do Sul Cearense.** Fortaleza: 2006.

GIRÃO, W. & SOUTO, A. 2005. **Breeding period of araripe manakin *Antilophia bokermanni* inferred from vocalization activity.** Cotinga, 24: 35-37.

HOLBEN, B. N.; TUCKER, C. J.; FAN, C. J. (1980). **Spectral assessment of soybean leaf area and leaf biomass**. Photo grammetric Engineering and Remote Sensing, n.46, p.651-656

IBGE. Cidades, 2014; IPECE 2016/*Estimativa, **Informações Estatísticas** (Fonte IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2014/estimativas_2014_TCU.pdf acesso em 31/08/2016)

IBGE. **Enciclopédia dos Municípios Brasileiros**. Rio de Janeiro, 1959. V. 15. Ceará. 1959.

IBGE, 2011. **IBGE cidades- Informações estatísticas 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Aplicação de Critérios e Categorias da UICN na Avaliação da Fauna Brasileira**. Versão 2.0. Julho de 2013.

IPLANCE. **Informações básicas municipais - Crato**. Fortaleza: 1995.

GAZETA DO CARIRI; **Soldadinho-do-araripe poderá ser extinto**. Disponível em: <http://www.gazetadocariri.com> Acesso em: 10/02/2017

KEMPER, K. E.; GONÇALVES, J. Y. B. & BEZERRA, F. W. B. 1996. **Um sistema geral de gerenciamento e alocação de água: o caso da fonte da Batateira no Crato/Ceará, Brasil**. A Província, 11: 40-45.

LEITE, A.V.L.& ANDRADE, L.H.C. 2004. **Riqueza de espécies e composição florística em um ambiente de dunas após 50 anos de pressão antrópica: um estudo na Praia de Boa Viagem, Recife, PE – Brasil**. Biotemas, 17(1): 29-46. Disponível em: <<http://www.biotemas.ufsc.br/pdf/volume171/a2.pdf>> Acesso em: 12 de agosto de 2016.

LEITE, T. A.; NETO, J. DE O. M.; NASCIMENTO, A. F. DE J.; CHAGAS, R. M.; JÚNIOR, A. V. M. **Delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APP) com uso de geoprocessamento como subsídio à gestão dos recursos hídricos na bacia do Rio Jacaré**. In: III Encontro de Recursos Hídricos, 2012, Sergipe. Anais. Aracaju, 2012. Artigos, p.34-38. 2012. CD-ROM

LIMA; L. C. C.; PAIVA; M. J. G. **Microempresas no município de crato-ce: constituição**. UNOPAR Cient., Ciênc. Juríd. Empres., Londrina, v. 13, n. 2, p. 69-76, Set. 2012.

LIU, L.; ZHANG, Y. **Urban heat island analysis using the landsat tm data and aster data: A case study in hongkong**. Remote Sensing, v. 3, n. 7, p. 1535–1552, 2011. ISSN 2072-4292. Disponível em: <http://www.mdpi.com/20724292/3/7/1535/> Acesso em: 02/12/2016

LINHARES, K. V. **Espécies vegetais estratégicas à conservação de *Antilophia bokermanni*, ave ameaçada e endêmica da Chapada do Araripe, Ceará, Brasil: riqueza, uso e distribuição temporal de recursos**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco, 2009.

LINHARES, K. V.; ARAÚJO, F. S.; MACHADO, I. C. S. 2010. **Nest support plants of the Araripe manakin *Antilophia bokermanni*, a critically endangered endemic bird from Ceará, Brazil**. Cotinga, 32: 90-92.

MITTERMEIER, R. A. (et al.). **HOTSPOTS: earth' sbiological lyrich stand mosten dangered terrestrial ecoregions**. Conservation International; Sierra Madre and Agropalma, 1999.

MENEZES, E. O. **O Uso do Solo na Área dos Patamares da Chapada do Araripe no município do Crato**. Revista Hyhyté, Crato, N.1 1. 1986.

MENDONÇA, L. A. R.; VÁSQUEZ, M. A. N.; FEITOSA, J. V.; OLIVEIRA, J. F.; FRANCA, R. M.; VÁSQUEZ, E. M. F. & FRISCHKORN, H. 2009. **Avaliação da capacidade de infiltração de solos submetidos a diferentes tipos de manejo**. Eng. Sanit. Ambient., 14(1): 89-98.

MORAN, M. S., INOUE, Y., & BARNES, E. M. **Opportunities and limitations for image-based remote sensing in precision crop management**. Remote Sensing of Environment, v.61, p.319– 346, 1997.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 3. ed. Editora UFV,2005. 320p.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. 2003. Instrução Normativa nº 3, de 27 de maio de 2003. **Lista de espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, Seção 1101: 88-97.

NETO, B. S. **Perda da vegetação natural na Chapada do Araripe (1975/2007) no estado do Ceará**. Rio Claro- SP. 2013 (Tese de Doutorado elaborada junto ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Área de Organização do Espaço, para obtenção do Título de Doutor em Geografia.) Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/104464/silvaneto> Acesso em: 13/12/2016

OLIVEIRA, A. D. et. Al. **Manutenção da biodiversidade e o hotspots cerrado**. Caminhos de geografia- revista online <http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html> ISSN [1678-6343](http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html). Publicado em:2008 Acesso em: 02/03/2017

OLIVEIRA, J. C. A.; ABREU, R. C. **Resgatando a história de uma cidade média: Crato capital da cultura**. Revista Historiar, ano II, n. I ,2010.

PRIMACK, R. B. e RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina: Midiograf, 2001. 327 p.

PONTE, F. C.; APPI, C. J. **Proposta de revisão da coluna litoestratigráfica da Bacia do Araripe**. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 35., 1990, Natal. Anais... Natal: SBG, 1990.

PORTARIA Nº 92, DE 29 DE SETEMBRO DE 2016 (BRASIL 2016)

REIS, G. P.; SILVA F. M. de A.; SILVA J. M. O. **Eventos extremos de chuva na porção a barlavento da Chapada do Araripe – CE no período chuvoso de 2011**. REVISTA GEONORTE, Edição Especial 2, V.1, N.5, p.988– 999, 2012

RIBEIRO, S.C. **Susceptibilidade aos Processos Erosivos Superficiais com Base na Dinâmica Geomorfológica na Microbacia do Rio Grangeiro, Crato/CE**. Rio de Janeiro: UFRJ/PPGG, 2004.148 p. (Dissertação de Mestrado)

RIBEIRO, S. C. **Dinâmica da paisagem: relação entre os elementos naturais e o uso do solo no Município do Crato/CE (1960-1997)**. Natal: UFRN/CCHLA/DGE, 1997. Monografia de Especialização.

RIBEIRO, S. C. **Etnogeomorfologia Sertaneja: proposta metodológica para a classificação das paisagens da sub-bacia do rio Salgado/CE.** (Tese de Doutorado) PPGG/UFRJ (2012)

RIBEIRO C. A.; SOARES, V. P.; OLIVEIRA, A. M. S.; GLERIANI, J. M. **Desafio da delimitação de áreas de preservação permanente.** Revista *Árvore*, v. 29, n. 2, p. 203-212, 2005.

ROSENDO, J. dos S. **Índices de Vegetação e Monitoramento do uso do solo e cobertura vegetal na Bacia do rio Araguari -MG - utilizando dados do sensor Modis.** Uberlândia: PPGG/UFU, 2005. 130 p. (Dissertação de Mestrado em Geografia e Gestão do Território) -

SABIÁ, R. J. **Gerenciamento das fontes no Cariri uma perspectiva integrada e multidisciplinar.** (Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil Área de Concentração - Recursos Hídricos) Fortaleza – Ceará 2000

SANTOS, O. J. **Vulnerabilidade ambiental e áreas de risco na bacia hidrográfica do rio Cocó – Região Metropolitana de Fortaleza – Ceará.** Fortaleza – Ceará 2006
Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br> Acesso em: 13/12/2016

SANTOS, A. C. B.; FIGUEIREDO, J. M.; SILVA, M. A. P. 2007. **Revitalização das Margens do Rio Grangeiro - Crato - CE.** Revista Brasileira de Biociências, 5(1): 899-900.

SANTOS, M. P. D. 2008. **Bird community distribution in a Cerrado-Caatinga transition area, Piauí, Brazil.** Rev. Bras. Ornit., 16(4): 323-338.

SANTOS, C. A. dos; FLORENZANO, T. G.; NORA, E. L. **Estudo geológico-geomorfológico da sub-bacia leste do Araripe com aplicação de variáveis morfométricas derivadas a partir de dados SRTM.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. Anais... São José dos Campos: INPE, 2009. p.3355-3362. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.18.52/doc/33553362.pdf> . Acesso em: 14/02/2017

SANTOS, E. J. dos; NUTMAN, A. P.; NEVES, B. B. de B. **Idades SHRIMP U-Pb do Complexo Sertânia: implicações sobre a evolução tectônica da zona transversal, província Borborema.** Geologia USP, São Paulo, v. 4, n. 1, abr. 2004. Disponível em:

<http://www.revistasusp.sibi.usp.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519874X2004000100001&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 14/02/2017

SHAFER, C. L. 1990. **Nature reserves: island theory and conservation practice**. Smithsonian Institution Press, Washington and London.

SILVA, B. B.; MENDONÇA, R. R. O.; SILVA, S. T. A.; FERREIRA, R. C. **Mapeamento do albedo de áreas heterogêneas do estado do Ceará com imagens TM – Landsat 5**. Revista de Geografia, Recife, PE, v.25, n.2, p.33-52, 2008.

SILVA, W. A. de G. & RÊGO, P. S. do. **Conservação do Soldadinho-do-Araripe: subsídios para a elaboração do plano de manejo**. OAP e UFPA: Recife/PE e Bragança/PA: Editora da Universidade de São Paulo: São Paulo. 2004

SILVA, W. R. & VIELLIARD, J. Avifauna da mata ciliar. *In*: R. R. RODRIGUES, R.R. e LEITÃO, H. F. (eds.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 2000. P.169-185

SOARES; L. C. **Biologia e diversidade**. CDD – 22º ed. 578.7 CIP - NBR 12899 - AACR/2. Maringá - PR, 2012. 216 p.

Sociobiodiversidade na Chapada do Araripe. Ulysses Paulino de Albuquerque e Marcos Vinicius Meiado (Editores). Recife, PE: NUPEEA; Bauru, SP, Canal 6, 2015. 535 p.

SMALL, H. L. **Mapa geológico da chapada do Araripe e adjacência**. [S. l.: s.n.], 1913.

SMALL, R. L. **Geologia e suprimento d'água subterrânea no Piauí e parte do Ceará**. Insp. Obras Contra Secas, Ser. I, D, Rio de Janeiro, Publ. n.º 32, 1913. 1.

SNOW, D. **Family Pipridae (manakins)**. *In*: DEL HOYO, J.; ELLIOT, A. e CHRISTIE, D. A. (eds.). Handbook of the birds of the world Barcelona: Lynx Edicions, 2004. p. 110-169

NASCIMENTO, R. S.; BRITO J. I. B.; BRAGA, C. C. **Estimativa da produção primária líquida usando dados de IVDN para o estado da Paraíba**. XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, Anais... 25-30 de Abril de 2009, INPE, p.5321-5327.

TABARELLI, M. et. al. **A Mata Atlântica do Nordeste**. 2005. Disponível em: <http://amane1.tempsite.ws/download/mata_atlantica_nordeste.pdf>. Acesso em: 02/12/2017

TOWNSEND, C. R. **Fundamentos em ecologia**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

WILCOVE, D., S. MCLELLAN & DOBSON, A. P. 1986. **Habitat fragmentation in the temperate zone**. pp. 237-56. In Soulé, M. E. (ed.). *Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity*. Sinauer, Sunderland.